

Qualifikationsprofile: Instrumente zur Qualitätssicherung nicht nur im Bereich der Ingenieurwissenschaften und Informatik



Michael H.W. Hoffmann

Am Beispiel eines sektoralen Qualifikationsrahmens für den Sektor der Ingenieurwissenschaften und der Informatik wird ein Instrument zur Qualitätsanalyse und -sicherung für Bildungsgänge entwickelt. Basierend auf der Analyse von Lernprozessen werden zunächst schärfer abgrenzende Definitionen der Wissenskategorien „Kenntnisse“, „Fertigkeiten“ und „Kompetenzen“ gegeben. Weitgehend kompatibel zum Europäischen Qualifikationsrahmen werden daraus Qualifikationsprofile entworfen, welche als Hilfsmittel zum Aufbau eines Qualitätssicherungssystems an Universitäten und Hochschulen genutzt werden können.

Gliederung	Seite
1. Qualifikationsrahmen als Mittel zur Qualitätskontrolle	2
2. Qualifikationsrahmen als Instrumente des Arbeitsmarktes	3
3. Europäischer und Deutsche Qualifikationsrahmen und damit verbundene Probleme	5
4. Lernprozesse als Grundlage von Qualifikationsrahmen	9
5. Qualifikationsrahmen im Lichte der Lernprozesse	17
6. Multidisziplinäre Bildung	21
7. Qualifikationswege	25
8. Lernziele für Ingenieure und Informatiker	27
9. Zusammenfassung und Ausblick	33

1. Qualifikationsrahmen als Mittel zur Qualitätskontrolle

Qualität an Hochschulen

Die Qualität einer Hochschule wird oft an ihren Erfolgen in Forschung und Lehre gemessen. Während aber zur Beurteilung der Forschungsergebnisse vielfältige Indikatoren erarbeitet wurden, unter anderen die Anzahl von Referenzierungen in anerkannten Zitationsindizes, die Anzahl eingeladener Vorträge zu angesehenen Konferenzen oder die Anzahl verliehener renommierter Preise, misst sich bis heute der Ruf einer Hochschule in der Lehre meist eher indirekt an dem Erfolg ihrer Absolventen. Ein objektiveres, aber wohl eher nicht zu realisierendes Kriterium wäre ein gemitteltes Maß der individuellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der einzelnen Abgänger der Hochschule. Jedoch würde alleine die Definition von Deskriptoren für den individuellen Vergleich enorme Schwierigkeiten verursachen. Wie wollte man beispielsweise den individuellen Studienerfolg eines angehenden Theologen mit dem eines Mediziners, oder den eines Ingenieurs mit dem eines Volkswirts vergleichen? Selbst wenn man sich auf einen Studiensektor wie beispielsweise Ingenieurwissenschaften beschränkt, würde es schwer fallen, objektive Kriterien zur Abwägung des Studienerfolgs zu geben. Man macht sich dies leicht anhand des Vergleichs zwischen Studenten des Maschinenbaus und der Informationstechnik klar. Die scheinbar einfache Lösung des Vergleichs von Noten führt sofort auf grundlegendere Probleme, nämlich wie die Noten zu finden, und wie sie im Vergleich zu wichten sind. Obwohl es hier gute Ansätze gibt, wie beispielsweise die ECTS Grading Table in der seit Februar 2009 gültigen Neufassung des European Credit Transfer Systems [1], bleibt dennoch das Problem, Noten absolut festzulegen.

Bildungsniveaus

Man muss sich also mit weniger aussagekräftigen, dafür aber realisierbaren Kriterien zufrieden geben. Statt Feinbeurteilungen individuell erzielter Merkmale vorzunehmen, kann man sich beispielsweise darauf beschränken, ob und wie viele Studierende einer Hochschule in einem vorgegebenen Zeitrahmen bestimmte, allgemein vorzuzugende Lernniveaus erreichen, die sich an überprüfbaren Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen orientieren. Dabei kommt es weniger auf Faktenwissen an als auf die Fähigkeit, erlernte oder entwickelte Methoden anzuwenden. Damit verlagert sich die Erstellung der Kriterien von einer individuell anwendbaren Feinbeurteilung zu einer gröberen Klassifizierung von gestuften Lernniveaus. Es bietet sich dabei zumindest im Bereich der Ingenieur- und Informatikstudiengänge an, die Lernniveaus mit solchen Niveaus gleich zu setzen, welche als Mindestlevel für häufig anzutreffende berufliche Abschlüsse erreicht werden müssen.

Qualifikationsrahmen

Das formale Ergebnis eines Beurteilungs- und Validierungsprozesses, bei dem eine dafür zuständige Stelle festgestellt hat, dass solche Standards erreicht wurden, heißt einer Vorlage des Europäischen Parlaments aus dem Jahre 2008 folgend „Qualifikation“ [2]. Für den Hoch-

schulbereich sind ähnliche Formulierungen sogar schon länger vorhanden und in der so genannten Lissabon Konvention [3] festgehalten, die sich mit der internationalen Anerkennung von Studienleistungen und –abschlüssen befasst. In Abschnitt VIII des hierzu vom Gesetzgeber der Bundesrepublik Deutschland beschlossenen Ratifizierungsgesetzes [4] wird sogar fest gelegt, dass die notwendigen Maßnahmen getroffen werden, um die Qualität der Abschlüsse zu überprüfen. Damit wird implizit ein System zur Qualitätskontrolle von Hochschulabschlüssen gefordert. Als einer von mehreren dazu notwendigen Schritten sind daher Richtlinien zur Klassifizierung formal festgestellter Lernergebnisse, nämlich der Qualifikationen, zu erstellen. Eine Sammlung solcher Richtlinien wird Qualifikationsrahmen genannt. Sie stellt Kriterien zur Verfügung, welche die Einstufung einer Person in ein bestimmtes Lernniveau ermöglichen sollen.

2. Qualifikationsrahmen als Instrumente des Arbeitsmarktes

Ursprünglich wurden – und dies gilt auch weiterhin – Qualifikationsrahmen und auf diesen als Referenzsystem aufbauende individuelle Qualifikationsurkunden, wie beispielsweise das Diploma Supplement, als Instrumente des Arbeitsmarktes gestaltet. Für Arbeitnehmer sollten sie ein Mittel sein, Nachweise erworbener Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen von einer Region zu einer anderen mitnehmen zu können, ohne dass am neuen Ort eine neuerliche Überprüfung erforderlich würde. Für Arbeitgeber sollten sie ein Mittel sein, potenzielle Arbeitnehmer nicht nur zuverlässig, sondern auch schnell und ohne großen Informationsaufwand einstufen zu können, und zwar nicht nur hinsichtlich ihres fachlichen Wissens und ihrer Fertigkeiten, sondern auch hinsichtlich ihrer Befähigung zur Entwicklung von Neuem und zu dessen praktisch-wirtschaftlicher Umsetzung. Die Notwendigkeit dafür ergibt sich durch die Schnelllebigkeit der Produkte moderner Industrie.

**Nutzen für Arbeitgeber
und Arbeitnehmer**

Man macht sich das an einem Beispiel klar. Produktzyklen moderner Massenprodukte wie etwa Mobiltelefone rechnen sich heute eher in Monaten als in Jahren. Als Beispiel wird nun ein Unternehmen betrachtet, das solche Produkte herstellt, welche eine Produkteinführungszeit (time-to-market) von etwa 18 Monaten und einen Produktlebenszyklus (life-cycle) von etwa neun Monaten besitzt. Der Einfachheit wegen wird angenommen, dass die Produkteinführungszeit aus einer Entwicklungszeit und einer Zeit für die Fertigungsplanung und -durchführung von jeweils neun Monaten besteht. Da sich das Produkt nur neun Monate rentiert, muss nach diesen neun Monaten ein neues Produkt zur Verfügung stehen, das seinerseits wieder nur neun Monate wirtschaftlich verwertet werden kann. Danach muss erneut ein neues

Produktzyklen

Produkt zur Verfügung stehen. Damit ist klar, dass auf Grund der Kurzlebigkeit der Produkte alle neun Monate ein neues Produkt entwickelt werden muss. Abb. E 10.4-1 zeigt, dass daher immer drei Gerätegenerationen parallel bearbeitet werden, um das Überleben des Unternehmens zu gewährleisten.

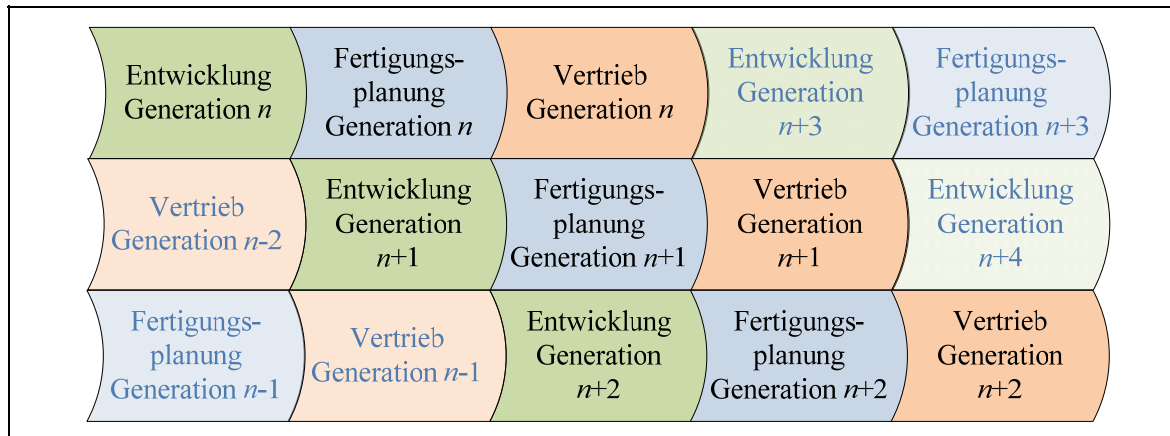


Abb. E 10.3-1 Gerätegenerationen und Produktzyklen

Notwendigkeit der Einschätzung von Qualifikationen

Für einen erfolgreichen Produktzyklus bedarf es der Mitwirkung von Ingenieuren und Informatikern unterschiedlicher Eignung. Der Vertrieb benötigt Ingenieure, die in der Lage sind, die Funktion der Vertriebsgegenstände zu erklären und potenzielle Kunden von ihrer Vorteilhaftigkeit zu überzeugen. Produktionsingenieure und -informatiker müssen in der Lage sein, den Produktprototyp bis zur Serienreife zu entwickeln, den Produktionsprozess zu überwachen, die Qualität der Produkte zu kontrollieren, und typische Probleme während des Produktionsprozesses zu lösen. Entwicklungsingenieure und -informatiker müssen technische Visionen entfalten und in Prototypen neuer Produkte überführen. Schließlich müssen erfahrene Ingenieure mit Berufserfahrung in möglichst allen dieser Gebiete die reibungslose Zusammenarbeit aller Gruppen organisieren. Auf Grund der Kurzlebigkeit der Produkte muss jedes Mitglied einer dieser Gruppierungen nach nur kurzer Einarbeitungszeit erfolgreich im Team mitarbeiten können. Dies wird nur möglich sein, wenn bereits bei Einstellung Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen eines potenziellen neuen Mitarbeiters richtig eingeschätzt werden können. Qualifikationsrahmen können bei adäquater Ausgestaltung diese Aufgabe erfüllen.

Generelle und sektorale Qualifikationsrahmen

Die Einschätzung der Ingenieurfähigkeiten alleine wird dabei aber nicht ausreichen. In dem Beispielunternehmen müssen nämlich Ingenieure mit Mitarbeitern vieler anderer Berufsausprägungen zusammenarbeiten, etwa mit Computerspezialisten, Technikern, Buchhaltern, Betriebswirten, Übersetzern, Juristen und Angestellten der Per-

sonalabteilung, um nur einige zu nennen. Qualifikationsrahmen müssen daher flexibel genug sein, um viele berufliche Ausprägungen vergleichbar zu machen. Andererseits müssen sie konkret genug sein, um von praktischem Nutzen zu sein. Man unterscheidet daher generelle und sektorale oder fachliche Qualifikationsrahmen.

3. Europäischer und Deutsche Qualifikationsrahmen und damit verbundene Probleme

Für die Bildungseinrichtungen der Europäischen Union wurde vom Europäischen Parlament und dem Rat der EU ein *Europäischer Qualifikationsrahmen* (EQR) vorgegeben ([2], Anhang I). Er soll nach Absicht seiner Urheber einen „gemeinsamen Referenzrahmen als Übersetzungsinstrument zwischen verschiedenen Qualifikationssystemen und deren Niveaus ... schaffen, und zwar sowohl für die allgemeine und die Hochschulbildung als auch für die berufliche Bildung“. Für die Hochschulbildung wurde ein *Qualifikationsrahmen für den Europäischen Hochschulraum* formuliert [38], [39]. Auf diesem baut ein seit 2005 verbindlicher *Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse* [5] auf, der auch unter dem Namen *Deutscher Qualifikationsrahmen – Hochschulabschlüsse* (DQR-HS) bekannt ist. Der gegenwärtige Versuch, einen nationalen Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (DQR-LL) zu schaffen, ist derzeit nach einer Pressemitteilung¹ der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) noch nicht konsensfähig. Hier besteht noch größerer Diskussionsbedarf. Qualifikationsrahmen, die sich auf spezielle, nach beruflichen Tätigkeiten zusammen gefasste Fachgruppierungen beziehen, so genannte sektorale Qualifikationsrahmen, existieren auf nationaler Ebene bereits in einigen Fachrichtungen, siehe beispielsweise [6], [7] und [8].

Europäische und deutsche Qualifikationsrahmen

Da Qualifikationsrahmen die Vergleichbarkeit von erworbenen Qualifikationen (im Sinn der Lissabon-Konvention [4] bzw. des EQR) gewährleisten sollen, müssen die Kriterien verifizierbar sein. Letzteres erfordert klare Definitionen. Der Europäische Qualifikationsrahmen stellt daher eine Reihe von Begriffsbestimmungen fest, und unterscheidet sich damit in seiner Qualität wohltuend von anderen Rahmenwerken. Damit ist auch bereits eines der wesentlichen Probleme bei der Anwendung von Qualifikationsrahmen angesprochen. Je nach Fachkultur werden nämlich dort verwendete Begriffe wie „Kenntnisse“, „Wissen“, „Fähigkeiten“, „Fertigkeiten“, oder „Kompetenzen“ in

Klar definierte Ziele?

¹ siehe auch http://www.hrk.de/de/download/dateien/HRK_PM_Qualifikationsrahmen.pdf ; Funddatum: 28.04.2010

semantisch unterschiedlichster Weise benutzt und ausgelegt. Eine Sichtung der Fachliteratur aus Pädagogik, Psychologie, Soziologie, den Neurowissenschaften und anderen bringt keine wirkliche Lösung, da sich dort bestenfalls die unterschiedlichen Auslegungen der Fachdisziplinen widerspiegeln. Nicht viel besser verhält es sich mit den näheren, ausführlichen Eigenschaften der Deskriptoren von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen, die von den Erwerbern einer bestimmten Qualifikation erwartet werden.

**Verifizierbarkeit
und Nutzen von
Qualifikationsrahmen**

Aus Sichtweise eines Ingenieurs oder einer Ingenieurin mit Erfahrungen im Qualitätsmanagement reicht Verifizierbarkeit der Kriterien eines Qualifikationsrahmens im Sinne eines Konsenses über Einhaltung oder Nicht-Einhaltung alleine nicht aus, um Qualität wirksam zu erhalten oder gar zu verbessern. Vielmehr muss eine quantitative Aussage darüber getroffen werden können, wie gut ein Qualifikationsziel erreicht wird, und in welche Richtung gegebenenfalls Änderungen vorzunehmen sind, um Ziele besser zu erreichen. Dies ist mit weichen Definitionen und weit interpretierbaren Deskriptoren nicht möglich.² Damit ergibt sich in unmittelbarer Folge eine Abgrenzung des Nutzens von Qualifikationsrahmen: Sie können bei brauchbarer Klassifizierung und bei geeigneter Formulierung der zu verwendenden Deskriptoren eine Metrik zur Verfügung stellen, welche zusammen mit weiteren Maßnahmen Anwendung in einem Qualitätsmanagementsystem finden können. Wohl gemerkt: Können, nicht zwingend müssen. Je ungenauer und je auslegungsfähiger die Deskriptoren eines Qualifikationsrahmens sind, desto weniger sind sie zum Vergleich nutzbar, wodurch sie im Extremfall ihrer Funktion verlustig gehen. Die logische Folge ist, dass der Überprüfbarkeit wegen ein Qualifikationsrahmen einen starken Bezug zu konkreten Anwendungen haben muss. Dies spricht eindeutig für die Erstellung sektoraler oder fachbezogener Qualifikationsrahmen. Dennoch können auch allgemeinere Qualifikationsrahmen von Nutzen sein, wie die Vorlage des Europäischen Qualifikationsrahmens zeigt. Sie geben nämlich Rahmenbedingungen vor, die des Zieles der Vergleichbarkeit wegen, unbedingt einzuhalten sind. Dies enthebt die Designer eines fachbezogenen Qualifikationsrahmens aber nicht der Pflicht, einen sorgfältig erstellten Satz von Definitionen und Deskriptoren zu erstellen.

Grundlegende Kritik

Qualifikationen sollen formal darüber Auskunft geben, ob die Ziele eines Lern- und Bildungsprozesses in einem vorgegebenen Rahmen und mit vorgegebenem Niveau erreicht wurden. Da aber größenordnungsmäßig hundert mehr oder weniger verschiedene Modelle menschlichen Lernens [9] existieren, verwundert es nicht weiter, wenn bereits Uneinigkeit über die systematische Einordnung von Lerner-

² Mehr noch, es bedarf geeigneter „Stellglieder“ um Veränderungen zum Besseren zu erzielen. Diese sind aber nicht unbedingt Gegenstand von Qualifikationsrahmen.

gebnissen in Klassen herrscht. Dies ist wohl auch der Grund dafür, dass in den meisten vorhandenen Qualifikationsrahmen auf eine genaue Definition verzichtet wird. Beispiele für gut akzeptierte Qualifikationsrahmen ohne saubere Definition der Klassen sind die Dublin-Deskriptoren [10], [11] und der DQR-HS [5]. Selbst die viel zitierten Richtlinien der US-amerikanischen ABET (früher: Accreditation Board for Engineering and Technology) drücken sich um eine genaue Definition, in dem sie diese den einzelnen Hochschulen überlassen, sie aber paradoxerweise im Akkreditierungsprozess einer kritischen Prüfung unterziehen. Im Gegensatz dazu gibt der Europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (EQR) Definitionen vor. Er unterteilt die Lernergebnisse in die drei Klassen *Kenntnisse*, *Fertigkeiten* und *Kompetenzen* (engl.: knowledge, skills, and competences), die er auch definiert. Unglücklicherweise erfüllen diese Definitionen die oben gestellten Forderungen nach einer möglichst klaren, abgrenzenden Definition nicht all zu erfolgreich. Dennoch ist bemerkenswert, dass wenigstens der Versuch einer Begriffsklärung unternommen wird.

Der Diskussionsvorschlag DQR-LL wurde mittlerweile [12] um eigene Definitionen ergänzt. Obwohl dieses Rahmenwerk erst nach Vorlage des EQR entstanden ist, der die Adaption *existierender* nationaler Qualifikationsrahmen vorsieht, wurde hier ein neuer, bis dato nicht vorhandener Rahmen entworfen, der nicht einmal die gleichen Lernergebnisklassen vorsieht wie der EQR. Der DQR-LL sieht die Lernergebnisklassen *Fachkompetenz* und *Personale Kompetenz* vor. Fachkompetenz wird in die Unterklassen *Wissen* und *Fertigkeiten* unterteilt, Personale Kompetenz in die Unterklassen *Sozialkompetenz* und *Selbstkompetenz*. Während der Kompetenzbegriff des EQR sich gegenüber Wissen und Fertigkeiten abgrenzt, ist daher Kompetenz im Sinne des DQR-LL ein Oberbegriff zu Wissen und Fertigkeiten, was im Gegensatz zu neurophysiologischen Erkenntnissen steht. Diese zeigen auf, dass in den unterschiedlichen Phasen informationsverarbeitender Hirnprozesse, welche der Wissensspeicherung, der Aktivierung von Handlungen und der Kontemplation zugeordnet werden können, unterschiedliche Areale des Hirns aktiviert werden.

EQR vs. DQR-LL

Die Definitionen des DQR-LL können auch von einem systematischen Standpunkt aus gesehen nicht überzeugen. So kann nach diesen die Fähigkeit, sich neues Wissen zu erarbeiten, sowohl als personale Kompetenz als auch als Fertigkeit (!) im Rahmen der Fachkompetenz kategorisiert werden. Der DQR-LL beinhaltet zudem Deskriptoren, die einer Überprüfung nicht oder bestenfalls schwer zugänglich sind. Wie wollte man beispielsweise zum Zeitpunkt des Qualifikationserwerbs auch nur halbwegs objektiv und quantifizierend die *Bereitschaft* von Personen nachweisen, „sich weiterzuentwickeln, und das eigene Leben selbständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten?“ Oder wie wollte man nachweisen, dass diese Bereitschaft auch noch einen Monat später vorhanden ist? Bereitschaft ist aber eines von zwei wesentlichen Defi-

Unsystematische Deskriptoren

nitionskriterien des Begriffs der Personalen Kompetenz im DQR-LL [12]. Die Deskriptoren grenzen also die Wissensklassen nicht sauber voneinander ab und sind daher für die Erstellung eines Qualitätsmanagementsystems nur sehr bedingt geeignet. Sie mögen für einen Hermeneutiker ihren Reiz haben, für den Struktur-, Natur- oder Ingenieurwissenschaftler erscheinen sie aber unpräzise und wenig systematisch.

**Anspruch und
Wirklichkeit**

Sowohl der Europäische Qualifikationsrahmen EQR als auch der Deutsche Qualifikationsrahmen für Hochschulabschlüsse DQR-HS geben Deskriptoren für bestimmte Qualifikationsniveaus vor. Diese entsprechen beim DQR-HS den drei Niveaus für Bachelors, Masters und Doktoren. Nach Vorgabe des EQR entsprechen dem die EQR-Niveaus 6, 7 und 8. Im EQR-Dokument ([2] Anhang II) wird gefordert, dass jedes der Niveaus durch Lernergebnisse beschrieben wird, die für die Erlangung der diesem Niveau entsprechenden Qualifikationen erforderlich sind. Im DQR-HS [5] heißt es: „Ein Qualifikationsrahmen ermöglicht ...die Beschreibung an Hand der Qualifikationen, die der Absolvent nach einem erfolgreich absolvierten Abschluss erworben haben soll“. In beiden Fällen bedeutet dies, dass die Qualifikation das Erreichen von Mindestanforderungen zum Zeitpunkt der Ausstellung attestiert. Einer der Deskriptoren auf Level 6 des EQR fordert beispielsweise, ein Bachelor habe die Kompetenz zur „Leitung komplexer fachlicher oder beruflicher Tätigkeiten oder Projekte und Übernahme von Entscheidungsverantwortung in nicht vorhersehbaren Arbeits- oder Lernkontexten“, sowie die Kompetenz zur „Übernahme der Verantwortung für die berufliche Entwicklung von Einzelpersonen und Gruppen“. Wie jedoch die Komplexität von Tätigkeiten oder Projekten zu interpretieren ist, wird mit keiner Silbe spezifiziert. Wie und mit welchen Konsequenzen Verantwortungsübernahme zu verstehen ist, wird ebenfalls nicht gesagt. So könnte der Eindruck entstehen, dass bereits ein Bachelor ohne Berufserfahrung vom Tag seines Qualifikationserwerbs an bereits in der Lage sei, Großlabors in Projektverantwortung zu leiten. Dass dies mit der Realität nichts zu tun hat, ist jedem erfahrenen Projektleiter gleich welcher Qualifikation klar.

**Breite und Tiefe
der Bildung**

Im DQR-HS wird für Bachelorabsolventen gefordert:

„Absolventen haben ein breites und integriertes Wissen und Verstehen der wissenschaftlichen Grundlagen ihres Lerngebietes nachgewiesen. Sie verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien und Methoden ihres Studienprogramms und sind in der Lage ihr Wissen vertikal, horizontal und lateral zu vertiefen. Ihr Wissen und Verstehen entspricht dem Stand der Fachliteratur, sollte aber zugleich einige vertiefte Wissensbestände auf dem aktuellen Stand der Forschung in ihrem Lerngebiet einschließen“.

Auch hier könnte ein ähnlicher Eindruck entstehen wie im oben angesprochenen Fall der EQR-Deskriptoren. Bei einer extremen Auslegung der Deskriptoren klaffen daher Anspruch und Wirklichkeit weit auseinander.

nander. Es nutzt auch nichts, darauf zu beharren, dass die Deskriptoren buchstabengerecht eingehalten werden, wenn die Deskriptoren auslegbar sind. In der Tat ist derzeit die Auslegung der Deskriptoren auch die einzige Chance, Bachelor- und Masterstudenten der Ingenieurwissenschaften und der Informatik gesetzes- und verordnungskonform zur Qualifikation zu führen. Dabei macht man sich eine der wenigen Freiheiten zur Auslegung der Regulierungen in den Qualifikationsrahmen zunutze. Keiner der bestehenden Qualifikationsrahmen sagt nämlich etwas über die Breite und Tiefe des Wissens, die reale Vielfalt in den Fertigkeiten und den tatsächlichen Umfang der Kompetenzen aus, obwohl der DQR-HS die Begriffe „horizontales, vertikales und laterales Wissen“ benutzt. Eine Erklärung dazu wird aber nicht gegeben.

Dass diese Auslegungsfähigkeit zu Extremen führt, zeigt die Akkreditierungspraxis. So gibt es beispielsweise Dispute über den in der Bologna-Deklaration [13] geprägten Begriff der „für den Arbeitsmarkt relevanten Qualifikationsebene“. Auf der einen Seite steht hier die Forderung nach einer breiten Basis wissenschaftlich fundierter Kenntnisse, nach der Fähigkeit, wissenschaftliche Algorithmen anzuwenden, und nach verstehendem Wissen über die Zusammenhänge eines Fachgebiets, welche insbesondere von künftigen Entwicklungsingenieuren und Forschern gefordert wird. Auf der anderen Seite gibt es insbesondere im Bereich serviceorientierter Betriebe die Forderung nach einem auf ein enges Arbeitsgebiet beschränktes Niveau von sehr speziellen Kenntnissen und Fertigkeiten, die den unmittelbaren Einsatz Graduierter praktisch ohne Einarbeitungsphase ermöglichen sollen. Der Personalchef eines großen, eher serviceorientierten Unternehmens wird daher völlig andere Vorstellungen über die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen eines Bachelors haben als der Personalchef eines Unternehmens, das eine marktbeherrschende Stellung auf Grund innovativer Technologieprodukte besitzt. Unglücklicherweise gibt es Tendenzen, die eine oder andere Extremmeinung als die einzig gültige anzusehen und dies auch bildungspolitisch durchsetzen zu wollen. Vor diesen Tendenzen muss gewarnt werden. Volkswirtschaftlich notwendig ist die Erhaltung einer vernünftigen Vielfalt.

**Relevanz für
den Arbeitsmarkt**

4. Lernprozesse als Grundlage von Qualifikationsrahmen

Um trotz der genannten Probleme zu einer für Ingenieure und Informatiker akzeptablen Umsetzung des Europäischen Qualifikationsrahmens zu gelangen, hat eine Arbeitsgruppe von 4ING, der Dachorganisation der vier ingenieurwissenschaftlichen und informatischen Fakultätentage an deutschen Universitäten, den Versuch unternommen, genauere Definitionen einiger Begriffe zu prägen, auf denen ein Qualifi-

Qualitätsziele

kationsrahmen aufbauen kann, und welche zur Erstellung von Qualitätsmanagementsystemen an Hochschulen anwendbar sein könnten. Für den Aufbau eines solchen Systems ist die Formulierung von Zielgrößen notwendig, die quantitativ überprüfbar sind. Dies kann nur Hand in Hand mit der Analyse derjenigen Prozesse gehen, welche zur Erreichung der Zielsetzung führen ([14], Kap. 7). Dies ist im Bereich der Hochschulen nicht anders als im unternehmerischen Bereich. Wesentlicher Unterschied von Qualitätsmanagementsystemen in Unternehmen und an Hochschulen sind die zu den Zielvorstellungen führenden Prozesse und der mit ihnen verbundenen Zeitkonstanten.

Analyse der Prozesse

Selbstverständlich muss auch eine moderne Hochschule unter unternehmerischen Aspekten arbeiten. Bezüglich administrativer Prozesse werden sich daher Organisation, Controlling, Optimierung und Führung nicht allzu sehr unterscheiden. Dies ist im Bereich der zu den Qualifikationen führenden Prozesse³ jedoch völlig anders. Hier sind nicht nur die Zeiträume völlig unterschiedlich, welche die Prozesse, ihre Regelung und ihre Optimierung beanspruchen, was die Anwendung wesentlich anderer Regelprozesse erfordert. Vielmehr unterscheiden sich auch die zum gewünschten Ergebnis führenden Lernprozesse auch sehr von Dienstleistungs- oder von Produktionsprozessen. Daher muss vor einer Formulierung von *überprüfbaren Zielgrößen* eine sorgfältige *Analyse der Lernprozesse* stehen, da diese den eigentlichen „Geschäftsprozessen“, nämlich der Organisation und Durchführung des Lernens und Lehrens zu Grunde liegen.

Lernzyklen

Es ist mittlerweile weitgehend und auch fachübergreifend akzeptiert, dass Lernen zyklisch organisiert ist. Als Beispiele einiger auch in der Unternehmenswelt etablierter⁴ Lernmodelle, die diesen Standpunkt hervorheben, seien hier stellvertretend Kolbs Theorie des experientiellen Lernens [15] oder die Modelle von Gagné und Kollegen [16], [17] genannt. Ingenieure sehen in moderneren Modellen den Vergleich zu Regelkreisen [18]. Stark vereinfachend und verkürzt können Lernzyklen wie folgt beschrieben werden.

Passives Wissen

Ein einfacher Zyklus beginnt mit der bewusst oder unbewusst vorgenommenen Bewertung, dass ein gewisser Satz von Fakten es wert ist, sich daran zu erinnern. Diese Fakten werden in wieder abrufbarer Weise abgespeichert. Der bildungspsychologischen Terminologie von Bloom und Kollegen [19], [20] folgend werden diese wieder abrufbaren Fakten *Faktenwissen* genannt. Fakten können in unterschiedlichen Kontexten verschiedene Bedeutungen haben. Man macht sich dies an einem einfachen Beispiel des Lernens von Vokabeln klar: in religiösem Kontext ist eine Kapelle eine kleine Kirche, in musikalischem

³ Ganz ähnlich verhält es sich im Bereich der Forschung.

⁴ Etabliert heißt leider nicht unbedingt „auf dem Stande der Wissenschaft“.

Kontext eine Gruppierung von Musikern mit ihren Instrumenten. Neben den reinen Fakten muss daher auch der Kontext, in dem die Fakten angesiedelt sind, erlernt werden. Diese Kontexte bestehen selbstverständlich wieder aus Fakten, die in Zusammenhängen stehen. Das Wissen um die Kontexte, in denen Fakten residieren, wird im Bloom-schen Sinne als *konzeptionelles Wissen* bezeichnet. Die Gesamtheit von aus dem Gedächtnis abrufbaren Fakten und ihren Kontexten wird umgangssprachlich auch als *passives Wissen* bezeichnet. Wird nach dem Erwerb von Fakten in Kontexten weiteres passives Wissen erworben, so wird dadurch ein erster, simpler Lernzyklus geschlossen, der bei bewusster Steuerung auch als *Auswendiglernen*, bei nicht bewusstem Erwerb als *Prägung* bezeichnet wird.

Vorteil kann erst dann aus dem passiven Wissen gezogen werden, wenn dieses zuverlässig dazu genutzt werden kann, um auf alltägliche Situationen zu reagieren. Dazu sind zwei aufeinander folgende Schritte notwendig: Zunächst muss eine solche Situation erkannt werden, danach muss eine Aktion erfolgen. Entsprechend müssen zwei Lernabschnitte vollzogen werden, nämlich das Einprägen von typischen Situationen, auf welche reagiert werden muss, und der Ablauf der erforderlichen Einzelaktionen. Beides wird typischerweise durch Einübung erlernt. Das Ergebnis eines solchen einübenden Lernprozesses wird *prozedurales Wissen* [21], [18] genannt, auch von Bloom und Kollegen [19], [20], die diesen Begriff allerdings weiter fassen. Wird nach dem Erwerb prozeduralen Wissens im engeren Sinne erneut passives Wissen erworben, um sich auf dem neuen Wissen aufbauend weiteres prozedurales Wissen anzueignen, dann wird ein weiterer Lernzyklus geschlossen, dessen Übungsphase auch als *Training* bekannt ist. Das Ergebnis eines solchen Lernprozesses wird im impliziten oder nicht-deklarativen Gedächtnis [22], genauer im Striatum, einer Struktur des Großhirns, gespeichert [21]. Prozedurales Wissen wird weitgehend nebenläufig, also ohne Fokussierung durch das Arbeitsgedächtnis angewandt, das erstmals von Baddeley und Hitch [23] eher spekulativ eingeführt, aber durch Methoden der kognitiven Neurowissenschaften funktional untermauert wurde [24]. Bloom fasst den Begriff des prozeduralen Wissens weiter als oben angegeben. Seit der Prägung der Bloomschen Terminologie in den neunzehnhundertfünfziger Jahren [19] haben sich jedoch die kognitiven Neurowissenschaften erheblich weiter entwickelt. Daher weiß man heute, dass die weitergehende Verwendung des Begriffs „prozedurales Wissen“ durch Bloom zwei völlig unterschiedliche Arten von Lernprozessen zusammenfasst, nämlich den oben angegebenen engeren Begriff des prozeduralen Wissens und einen nachfolgend beschriebenen Wissensaspekt.

Für komplexere Aktivitäten reicht prozedurales Wissen im engeren Sinne nicht aus. Hier ist Wissen über Zusammenhänge von Fakten in Kontexten erforderlich, also über Regeln, welche die Zusammenhänge verbinden. Aufbauend auf Wissen über gleiche Fakten in unterschiedlichen Kontexten, oder auf Wissen über unterschiedliche Fakten in

Prozedurales Wissen

Erlernen von Regeln

gleichbleibendem Kontext können verbindende Regeln entweder experimentell oder durch vergleichende Betrachtungen gefunden werden. Man nennt dies Erwerb von Regelwissen oder von *kanonischem Wissen*. Das Erleben dieses Erwerbs wird im expliziten oder non-deklarativen Gedächtnis abgespeichert und kann so als Muster für weiteres Handeln verwendet werden. Es wird teils im Stirnhirn, teils im vorderen Schläfenlappen [21], [25] abgespeichert. Der Erwerb kanonischen Wissens ist ein bewusst gesteuerter Prozess, der das Arbeitsgedächtnis involviert. Im Gegensatz zu Faktenwissen, konzeptionellem Wissen und prozeduralem Wissen befähigt kanonisches Wissen dazu, sich auf ungewöhnliche Situationen einzustellen, da das Wissen um Zusammenhänge die kurzfristige Adaption bekannter Handlungsabläufe auf die geänderte Situation ermöglicht. Wie in den voran gegangenen Fällen kann nach dem Erwerb kanonischen Wissens ein Lernzyklus durch Erarbeitung weiteren passiven und/oder prozeduralen Wissens bis zur Wiederaufnahme der Erarbeitung kanonischen Wissens geschlossen werden.

Kreativität

Nur durch die Arbeitsweise unterscheidet sich die fortgeschrittenste Lernform des Erwerbs von *strategischem Wissen* von dem Erwerb kanonischen Wissens. Sie erfordert ein breites kanonisches Wissen und befasst sich mit der Bearbeitung der Fragestellung, was geschehen würde, wenn ein Satz von Regeln, welche in einem bestimmten Kontext gültig sind, auf einen völlig unterschiedlichen Kontext übertragen würde, oder was geschehen würde, wenn Regeln gebrochen würden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wäre das Resultat in den meisten Fällen unbefriedigend. In einigen wenigen Fällen aber führt eine solche Vorgehensweise zu völlig neuartigen und überraschenden Ergebnissen. Erfolgreiches Beispiel des Regeltransfers ist die Übertragung evolutionärer Strategien auf die Entwicklung komplexer technischer Produkte. So wurden beispielsweise neuartige Flügel für Flugzeuge mit Hilfe von Evolutionsstrategien entwickelt. Prominentes Beispiel für die Hinterfragung von bis dahin unangefochtenen Regeln und daraus entwickelten neuen Ideen sind Einsteins Relativitätstheorien. Strategisches Wissen könnte daher auch als Ergebnis eines *kreativen Prozesses* angesehen werden. Im Vergleich zur Arbeitsweise beim Erwerb kanonischen Wissens wird hier das Arbeitsgedächtnis nicht nur als Zwischenspeicher mit bewusster Kontrolle, sondern auch zur Konstruktion fiktiver Vorstellungen genutzt. Kreative Ideen sind übrigens nicht von sich aus vorteilig oder nachteilhaft, erfolgreich oder nutzlos, ethisch hoch- oder tiefstehend. Ihre Anwendung muss vielmehr einer Bewertung in größeren Zusammenhängen unterzogen werden.

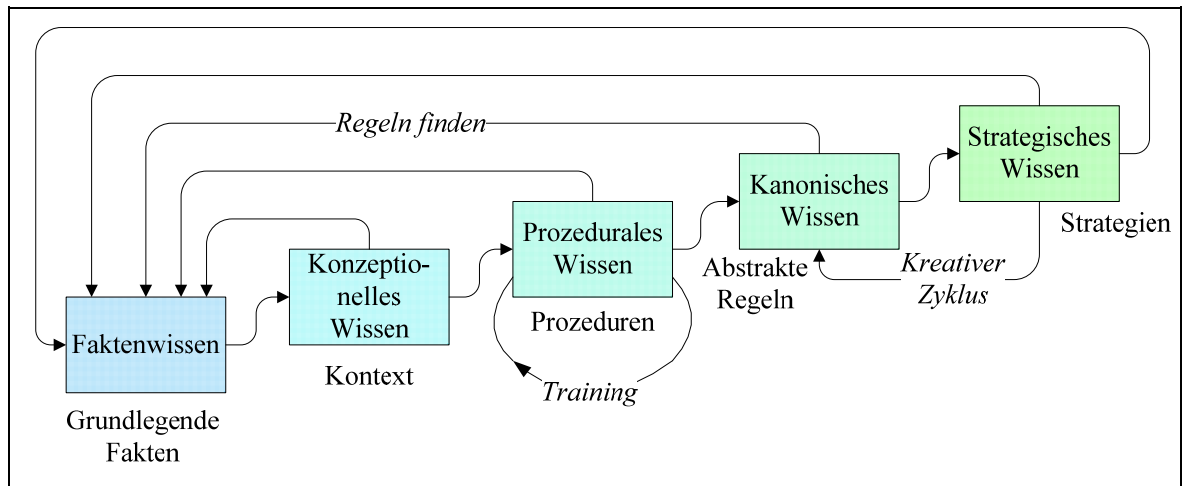


Abb. E 10.3-2 Ein Lernmodell

Abb. E 10.4-2 zeigt die verschiedenen Lernprozesse im Zusammenhang. Danach ist es klar, dass Lernprozesse Zeit benötigen, denn erst muss hinreichend viel Faktenwissen in den jeweiligen Kontexten erworben werden, bevor durch Training prozedurales Wissen geschaffen wird. Das Training wiederum benötigt alleine auf Grund der erforderlichen Wiederholungen ein Mindestmaß an Zeit. Je komplexer das prozedurale Wissen ist, desto aufwändiger sind die Trainingszyklen, und desto länger dauert diese Lernphase. Kanonisches Wissen kann wiederum nur auf der Basis von prozeduralem Wissen aufgebaut werden: Um Regeln hinter Prozeduren zu erkennen, müssen Prozeduren verglichen werden. Vergleich wiederum kann nur erfolgen, wenn wenigstens zwei ähnliche Prozeduren zur Analyse zur Verfügung stehen. Es langt also nicht aus, ein einziges, sehr eng begrenztes Anwendungsfeld mit Handlungsanweisung (Welchen Knopf drückt man bei welcher Anzeige?) zu vermitteln, wenn das Lernziel die Fähigkeit vermitteln soll, Zusammenhänge zu verstehen. Vielmehr müssen Vergleichsmöglichkeiten geschaffen werden, welche das Erkennen von Regeln ermöglichen. Gute Lehre unterstützt dabei das Auffinden der Regeln. Noch mehr Zeit wird für den Transfer von Regeln in andere Kontexte, oder die Fragestellung des „Was wäre, wenn ...“ und die Abschätzung der daraus entstehenden Folgen benötigt.

Zeitbedarf von Lernprozessen

Damit wird modellhaft untermauert, was guten Pädagogen schon vor zweitausend Jahren klar war: Lernen benötigt Zeit. Es gibt keine Möglichkeit, Lernphasen effektiv zeitlich zu verkürzen. Das Einzige und gleichzeitig Wichtigste, was von pädagogischer Seite unternommen werden kann, um Lernziele schneller zu erreichen, ist, Hilfestellung

Schneller Lernen?

bei Erkenntnisprozessen zu geben.⁵ Von organisatorischer Seite aus bleibt lediglich die Breite der Wissenskategorien (im Bloomschen Sinn) einzuschränken. Wer wie im EQR im Bereich der Ingenieurwissenschaften und der Informatik die Kompetenz zur „Leitung komplexer fachlicher oder beruflicher Tätigkeiten oder Projekte und Übernahme von Entscheidungsverantwortung in nicht vorhersehbaren Arbeits- oder Lernkontexten“ fordert, kann dies in einem sechssemestri- gen Studiengang nur dadurch erreichen, dass er die Breite der Wis- senskategorien drastisch gegenüber den früheren Diplomstudiengän- gen einschränkt, welche eine Regelstudiendauer von acht oder neun Semestern hatten. Die vielfach geforderte Entschlackung und Ver- schlankung der Studiengänge war auf dem Sektor der Ingenieurwis- senschaften und der Informatik schon vor Vereinbarung der Bologna- Deklaration erfolgt. Zeitverkürzung ist hier also nur durch Verkürzung der Wissensbasis, durch Reduktion der Fertigkeiten und durch Ein- schränkung der Kompetenzen zu erreichen.

**Qualifikation mit
Verfallsdatum?**

Eine Fragestellung, welche von den Promotoren von Qualifikations- rahmen offenbar nicht oder nur eingeschränkt behandelt wurde, ist die Frage, ob eine Qualifikation ein Arbeitsleben lang erhalten bleibt. Betrachtungen über lebenslanges Lernen zeigen, dass man sich des Problems durchaus bewusst ist. Die geforderte Lösung, dass Graduier- te die Bereitschaft haben müssen, sich lebenslang fortzubilden, kann in vielen Fällen nur Wunschdenken sein, da die Organisation der Wei- terbildung mittlerweile von vielen Firmen auf ihre Arbeitnehmer ab- geschoben und damit zu einem finanziellen Problem wird. Diese Fra- ge wäre aber auf politischem Weg lösbar. Es gibt indes noch einen völlig anderen Aspekt, nämlich die Frage danach, ob Kenntnisse, Fer- tigkeiten und Kompetenzen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Kontext verfügbar waren, auch später noch verfü- gar sind. Anders ausgedrückt: Geraten Kenntnisse in Vergessenheit, rosten Fertigkeiten ein, oder gehen Kompetenzen verloren? Die Frage kann wieder durch moderne neurowissenschaftliche Forschungserge- bnisse geklärt werden, welche anhand des Modells Abb. E 10.4-3 de- monstriert werden können.

⁵ Dazu gehört ganz wesentlich eine unterstützende Motivation.

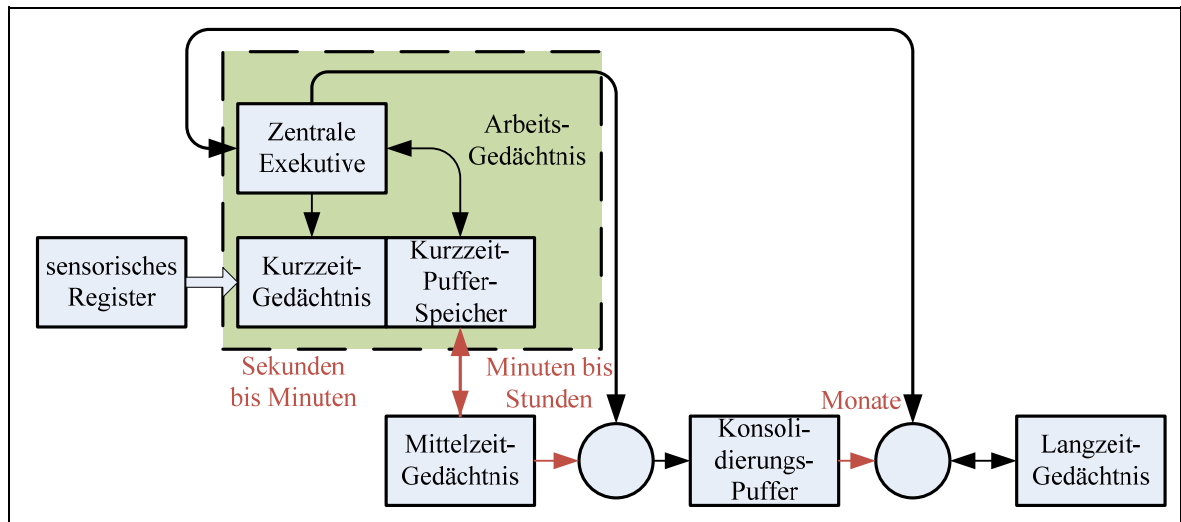


Abb. E 10.3-3 Ein Gedächtnismodell

Das sensorische Register fasst die physikalischen Sinneswahrnehmungen einschließlich ihrer Vorverarbeitung⁶ zusammen [26]. Die Vorverarbeitung hat den Sinn, die Fülle der Informationsdetails auf ein vernünftiges Maß zu reduzieren und gegebenenfalls zu encodieren. Die so prozessierte Information wird ins Kurzzeitgedächtnis, einen flüchtigen Arbeitsspeicher mit nur sehr kurzer Speicherdauer, weiter geleitet und anschließend für einige Sekunden im Kurzzeitpuffer zwischengespeichert. Wird die im Kurzzeitgedächtnis befindliche Information durch den Hauptprozessor, die Zentrale Exekutive, als hinreichend wichtig eingestuft, dann wird die gepufferte Information wieder in das Kurzzeitgedächtnis zurückgeführt, so dass eine Rückkopplungsschleife entsteht, welche die Information für weitere Prozessierung zur Verfügung stellt. Wenigstens der Kurzzeitpuffer, aber möglicherweise auch das Kurzzeitgedächtnis bestehen aus jeweils mehreren parallel arbeitenden Einheiten. So ist durch eine Vielzahl von Experimenten statistisch belegt, dass der Kurzzeitpufferspeicher wenigstens einen Speicher für phonologische Sinneseindrücke und einen Speicher für visuelle Sinneseindrücke besitzt, welche eine in einigen zehn Sekunden [27] zu messende Speicherdauer haben. Tests auf memorisierte Zahlen lassen vermuten, dass möglicherweise weitere Kurzzeitpuffer existieren.

Die Kombination aus Kurzzeitgedächtnis, Kurzzeitpuffer und Zentraler Exekutive mit den entsprechenden Rückkopplungsstrukturen wurde erstmals von Baddeley und Hitch [23] als Modell eingeführt und wird

Das Kurzzeitgedächtnis

Arbeitsgedächtnis und Mittelzeitgedächtnis

⁶ Dies schließt den wertenden Vergleich mit vorhandenen Mustern ein.

Arbeitsgedächtnis genannt. Die Dauer, für die Information im Arbeitsgedächtnis gehalten wird, heißt Aufmerksamkeitsspanne. Sie wird über die Zentrale Exekutive gesteuert, die neue Information aus dem sensorischen Register ins Arbeitsgedächtnis lädt, sobald die so genannte Wachsamkeitsschwelle überschritten wird. Letztere ist ein Maß für die Wichtigkeit der Information, welche durch die Vorprozessierung im sensorischen Register zur Verfügung gestellt wird. Information, die hinreichend lange im Kurzzeitpuffer gehalten wird, gelangt in einen nächsten Speicher, das Mittelzeitgedächtnis, wo es Minuten bis Stunden [28] gehalten wird. Wird die Information innerhalb dieser Zeitspanne nicht wieder aus dem Mittelzeitgedächtnis abgerufen, dann verfällt sie. Im anderen Fall wird sie in einen Konsolidierungspuffer geschrieben, wo sie durch einen unterbewusst gesteuerten Prozess verarbeitet wird [29], [30], [31].

Lernen und Vergessen

Weitere neurologische Ergebnisse zeigen, dass eine über etwa drei Monate andauernde, aber mit der Zeit abnehmende Aktivierung des Konsolidierungspuffers⁷ stattfindet. Letztere ist an den Abruf von Information aus dem Gedächtnis gekoppelt und wird für die Gedächtniskonsolidierung verantwortlich gemacht. Andere Publikationen berichten, dass es notwendig ist, die im Konsolidierungspuffer gespeicherte Information wiederholt abzurufen [32], wenn sie auf Dauer erinnerbar ins Langzeitgedächtnis gelangen soll. Kurzfristiges Lernen auf eine Prüfung kann dies nicht sicher stellen. Wenn Information erst gar nicht ins Langzeitgedächtnis gelangt, dann entspricht dem das eigentliche Vergessen: Die Information wird durch Zerfall gelöscht. Eine andere Form des Vergessens wird durch Zerfall des Wissens über den Speicherort der abzurufenden Information bewirkt. In diesem Fall ist die zu suchende Information zwar noch vorhanden, sie wird aber nicht mehr gefunden. Genau wie die abzurufende Information muss daher Information über den Speicherort durch Konsolidierung gesichert werden. Dies geschieht über den wiederholten Informationsabruf. Vorsicht ist übrigens bei Abruf unvollständig verarbeiteter Information geboten, da Experimente zeigen, dass dies zu einer Störung des Konsolidierungsprozesses [30] führen kann. In der Lernpsychologie ist dieser experimentelle Befund auch unter dem Namen Gedächtnishemmung bekannt.

Nachhaltigkeit des Lernens fördern!

Lernprozesse werden also erst nach Monaten der Aktivität abgeschlossen. Daher muss ernsthaft darüber nachgedacht werden, ob eine zu einem bestimmten Zeitpunkt erworbene Qualifikation wirklich dauerhafte Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen bestätigen kann. Wird durch die Organisation der Lernprozesse dafür gesorgt, dass die abzuspeichernde (zu lernende) Information im Laufe weniger Tage, und danach im Laufe weniger Monate immer wieder abgerufen wird, und erfolgt die zur Qualifikation führende Überprüfung dieser Kennt-

⁷ Eigentlich im Hippocampus, einer Formation im Großhirn

nisse, Fertigkeiten und Kompetenzen erst nach Gedächtniskonsolidierung, dann ist die Qualifikation aussagekräftig. Die durch den Bologna-Prozess geförderte kurzfristige Überprüfung von Lernmodulen kann dies alleine nicht garantieren. Funktionierende Qualitätssicherungssysteme haben an dieser Stelle eine besonders wichtige Aufgabe: Sie müssen durch geeignete Mittel sicher stellen, dass die Konsolidierung des Erlernten erfolgen kann.

5. Qualifikationsrahmen im Lichte der Lernprozesse

Mit Hilfe des oben beschriebenen Modells menschlichen Lernens ist nun auch eine systematische Kategorisierung der Lernprozesse und ihrer Ergebnisse möglich. Natürlich ist Lernen immer an Individuen, nämlich die Lernenden, geknüpft. Von den Prozessen her ist aber eine Kategorisierung in „fachlich“ und „personal“ nicht nur nicht zwingend, sondern eher kontraproduktiv, da sie den Blick auf die Lernprozesse erschwert. Ein Vergleich mit den unterschiedlichen Methoden, die inzwischen in Qualitätsmanagementsystemen etabliert wurden, zeigt, dass an Prozessen orientierte Systeme schneller zum erwünschten Ziel führen. Daher wird hier konsequent eine lernprozessorientierte Kategorisierung betrachtet. Es bietet sich an, die in dem weiter oben angeführten Modell identifizierten Prozesse in drei Kategorien einzuteilen: in eine erste Kategorie, welche mit Ausnahme des Wissensabrufs keine weitere Aktion benötigt, in eine zweite Kategorie, welche neben dem Wissensabruf die Ausführung einer durch das implizite Gedächtnis gesteuerten Handlungsablaufs nach sich zieht, und in eine dritte Kategorie, welche nach Wissensabruf die Ausführung eines bewusst gesteuerten Handlungs- oder Kontemplationsablaufs initiiert. Damit ist eine Abgrenzung der Kategorien wie in folgender Tabelle möglich:

Wissenskategorien

	Kategorien		
	Kenntnisse	Fertigkeiten	Kompetenzen
	ohne	implizit, ohne Bewusstseinsfokus	explizit, mit Bewusstseinsfokus
Handlungssteuerung			

Tab. E 10.3-1 **Aufschlüsselung der Kategorien nach Art der Handlungssteuerung**

Diese Einteilung ermöglicht nun auch eine systematische Neu-Definition der Ergebnisse von Lernprozessen, nämlich von *Kenntnissen*, *Fertigkeiten* und *Kompetenzen*, welche die Definition von Zielvorstellungen für die Qualitätssicherung gestatten.

Die 4ING-Definitionen

Kenntnisse werden als Gesamtheit der innerhalb eines Arbeits- oder Lernbereichs erlernten, aus dem Gedächtnis abrufbaren Information über Fakten, den Kontext, in dem die Fakten stehen, und Regeln, welche die Fakten im Kontext verknüpfen, definiert.

Fertigkeiten werden definiert als Kombination der durch Training erworbenen, nachgewiesenen Fähigkeit, im impliziten Gedächtnis abgespeicherte Muster für Standardsituationen zu erkennen, und darauf ebenfalls im impliziten Gedächtnis abgespeicherte Prozesse anzuwenden, um Standardaufgaben auszuführen und Standardprobleme zu lösen.

Kompetenz ist definitionsgemäß die nachgewiesene Fähigkeit, selbstständig Regeln und Zusammenhänge hinter Fakten in Kontexten zu erkennen, diese systematisch zur Erarbeitung von Vorgehensweisen einzusetzen, und gegebenenfalls auf veränderte Situationen anzuwenden.

Handout E 10.3-1 Die 4ING-Definitionen von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen

Die Unterschiede dieser Kategorien macht man sich leicht an einem Beispiel klar. Will man einen Rechner mit Internetzugriff nutzen, so muss man das Passwort für den Zugriff auf den Rechner kennen. Das Passwort ist (hoffentlich) abrufbare Information und damit Element der Kategorie „Kenntnisse“. Die Fähigkeit, den Rechner einzuschalten, den Cursor in das Eingabefeld für das Passwort zu bewegen, und dieses einzugeben, wird nach einer Phase wiederholter Nutzung automatisiert angewandt. Dies ist die Anwendung von „Fertigkeiten“. Festzustellen, warum die drahtlose Verbindung zum Internet nicht funktioniert, ist Ergebnis bewusst gesteuerten Handelns, die Fähigkeit dazu gehört in die Kategorie „Kompetenzen“. Fertigkeiten beziehen sich übrigens nicht nur auf motorische Abläufe.

Integration von „personalen Kompetenzen“

Sowohl Kenntnisse, als auch Fertigkeiten und Kompetenzen umfassen neben den rein fach- oder wissensbereichsbezogenen Anwendungen auch die Anwendung auf Arbeits- und Lernsituationen zur Weiterentwicklung im beruflichen, persönlichen und sozialen Umfeld. Bezüglich der Kategorisierung der Lernprozesse macht es keinen Unterschied, ob Wissen in einem besonderen berufsbezogenen Fach wie beispielsweise der mathematischen Analysis oder im Bereich der Zusammenarbeit erlernt wird. Lediglich die Art der Motivation⁸ zur

⁸ *Motivation und die damit verbundene emotionale Einstellung spielen bekanntlich für den Erfolg oder Misserfolg des Lernprozesses eine entscheidende Rolle. Da hier aber das Ergebnis des Lernprozesses, nicht aber die Methoden zur Verbesserung des Lernerfolgs zur Diskussion stehen, würden Ausführungen dazu den Rahmen dieses Beitrags sprengen.*

Durchführung der Prozesse mag hier eine andere sein. Als Beispiel wird das Fach „Lernen lernen“ angeführt, das bereits in Schulen des sekundären Bildungsbereichs unterrichtet wird, und das seine Fortsetzung unter diversen anderen Namensgebungen auch im tertiären Bildungsbereich findet. Zu den erworbenen Kenntnissen dieses Fachs gehört der Aufbau einfacher Lernmodelle, oder die Kategorisierung von Lernenden in unterschiedliche Lernertypen, oder das Wissen über die jeweiligen Vor- und Nachteile unterschiedlicher Lernformen, wie eigenständiges oder kooperatives Lernen. Zu den Fertigkeiten, die in diesem Fach erworben werden, gehören der routinemäßige Umgang mit Hilfsmitteln wie etwa Lernkarteien oder Mindmaps. Zu den Kompetenzen gehören die bewusste, auf erkannten Regeln beruhende Steuerung des eigenen Lernverhaltens oder die auf Verständnis gruppendynamischer Prozesse beruhende Leitung einer kooperativen Lerngruppe.

Die Integration von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen in das hier vorgestellte Modell, die in einem Diskussionsvorschlag für einen deutschen Qualifikationsrahmen [12] „personale Kompetenzen“ genannt werden, ist somit ohne Probleme und widerspruchsfrei möglich. Umgekehrt ist dies nicht der Fall. So wird beispielsweise in der genannten Zitatstelle des DQR-LL die Fähigkeit, sich eigenständig Wissen zu erarbeiten, als personale Kompetenz klassifiziert, während die Fähigkeit, neue Ideen oder Verfahren in einem Fach wie dem Maschinenbau oder der Elektrotechnik zu entwickeln, als Fertigkeit abqualifiziert wird. In Wirklichkeit handelt es sich aber bei beiden Fähigkeiten um die gleichen abstrakten Kompetenzen, die nur auf andere Wissensbereiche oder Domänen angewendet werden. Die Parallelaufteilung in fachliche und personale Kompetenzen stößt daher in einer an Funktionsfähigkeit und Funktionsprinzipien orientierten Wissenschaftsgemeinschaft wie bei Ingenieuren und Informatikern auf Skepsis.

**„Personale
Kompetenzen“
als Wissensdomänen**

Eher an der Praxis orientiert erscheint eine Aufteilung der Kategorien Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen in eine *domänenübergreifende* und in eine *domänenspezifische* Unterkategorie, obwohl dies auch nicht unproblematisch ist. Domänenübergreifende Fertigkeiten und Kompetenzen werden oft unter dem Namen „Schlüsselkompetenzen“ (engl.: key competences) zusammengefasst, beispielsweise in einer Empfehlung des Europäischen Parlaments [33]. Allerdings wird dabei der Kompetenzbegriff anders definiert als in den 4ING-Definitionen, nämlich „als eine Kombination aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen, die an das jeweilige Umfeld angepasst sind“. In der genannten Empfehlung werden Schlüsselkompetenzen als diejenigen Kompetenzen definiert, „die alle Menschen für ihre persönliche Entfaltung, soziale Integration, Bürgersinn und Beschäftigung benötigen“. Unglücklicherweise sind diese Definitionen für die Überprüfung erreichbarer Lernziele in dieser Form kaum zu gebrauchen, da sie extrem weich und interpretationsfähig sind. Die Beschreibung macht aber deutlich, dass es sich um wissensbereichsübergreifende Fähigkeiten handelt.

**Domänenübergreifende
Fertigkeiten und
Kompetenzen**

„Schlüsselkompetenzen“

Dass mit der EU-Empfehlung eher politische Ziele verfolgt werden sollen als Hilfestellung für Lernzielbeschreibungen, geht auch aus einer Auflistung der EU-empfohlenen Schlüsselkompetenzen hervor, welche die acht Unterkategorien

- a) Muttersprachliche Kompetenz,
- b) Fremdsprachliche Kompetenz,
- c) Mathematische Kompetenz und grundlegende naturwissenschaftlich-technische Kompetenz,
- d) Computerkompetenz,
- e) Lernkompetenz,
- f) Soziale Kompetenz und Bürgerkompetenz,
- g) Eigeninitiative und unternehmerische Kompetenz, und
- h) Kulturbewusstsein und kulturelle Ausdrucksfähigkeit enthält.

Es ist völlig unbestritten, dass Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen (im 4ING-Sinne) auf den genannten Gebieten wünschenswert und in einem Mindestmaß notwendig sind. Es ist aber im Kontext einer systematischen Kategorisierung nicht zwingend, alle diese Vorschläge als wissensbereichs- oder domänenübergreifend zu bezeichnen. Viele unter dem Namen „Schlüsselkompetenzen“ gefasste Begriffe sind nicht einmal Kompetenzen im Sinne der 4ING-Definitionen. „Muttersprachliche Kompetenz“ beispielsweise dürfte in der allen Domänen gemeinsamen Form wohl eher eine Fertigkeit sein, die sicher nicht in der Mehrzahl der Fälle zur Kompetenz ausgebaut wird. Im Grunde spricht nichts dagegen, die in der EU-Empfehlung „Schlüsselkompetenzen“ genannten Kategorien als Fächer in die fachdisziplingebundene Bildung zu integrieren, soweit sie durch überprüfbare Deskriptoren beschrieben werden können.

6. Multidisziplinäre Bildung

Einer Studie des Hochschul-Informations-Systems HIS zufolge [34] ist zehn Jahre nach Examen das durchschnittliche Brutto-Jahreseinkommen von vollzeitbeschäftigten Wirtschaftsingenieuren signifikant höher als das aller „reinen“ Ingenieure. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, wenn zunehmend Studiengänge entstehen, welche über engere Domänen oder Disziplinen hinaus gehen, oder wenn auf einen Ingenieurstudiengang mit Bachelor-Abschluss ein Masterabschluss in einem anderen Fach erfolgt. Weder der Europäische Qualifikationsrahmen EQR noch der Deutsche Qualifikationsrahmen Lebenslanges Lernen DQR-LL tragen dem in geeigneter Weise Rechnung. Theoretisch wäre es im EQR bzw. im DQR-LL möglich, auf eine Qualifikation im Fach A mit Qualifikationsstufe 6 einen von Stufe 6 auf die Stufe 7 führenden Studiengang im Fach B aufzusetzen. Unter besonders günstigen Umständen mag dies im Einzelfall sogar möglich sein. In der Regel führt dies jedoch zu absurden Situationen. Man macht sich dies an dem Extremfall eines sprachwissenschaftlichen und eines ingenieurwissenschaftlichen Fachs klar.

**Disziplinübergreifende
Abschlüsse**

Ein weiteres Problem kann am Beispiel der inzwischen immer beliebteren Kombinationsstudiengänge wie etwa Medizintechnik oder Medizingenieurwesen demonstriert werden. Mittlerweile gibt es hier akkreditierte Bachelorstudiengänge mit einer Regelstudienzeit sechs oder sieben Semestern, die also im Sinne des EQR die Qualifikationsstufe 6 vermitteln. Ein solcher Studiengang hat mehrere Schwerpunkte, etwa aus dem elektrotechnischen und mechanischen Bereich, oder aus dem orthopädischen und neurologischen Bereich, oder aus dem Bereich der Datenbanken und Bildverarbeitung. Das sind Fächer aus Ingenieurwissenschaften, Medizin und Informatik. Hinzu kommen fächerübergreifende Themen. Auf Grund der weiter oben erfolgten Ausführungen zum Zeitbedarf des Lernens muss klar sein, dass ein solcher Kombinationsstudiengang weit davon entfernt sein muss, ein vollwertiger Studiengang der Elektrotechnik oder der Medizin oder der Informatik zu sein. Das wird übrigens auch nicht versprochen. Bezogen auf Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen wird aber klar Stufe 6 garantiert. Wenn also die Höhe des Niveaus gleich sein will wie beispielsweise die Stufenhöhe eines Bachelors in Elektrotechnik, dann kann dies nur dadurch erreicht werden, dass die Breite des Wissens, der Umfang der Fertigkeiten und die Komplexität der Kompetenzen in den einzelnen Teilgebieten eines Kombinationsstudiengangs nicht so groß sein kann wie in einem auf einem Fach spezialisierten Studiengang.

**Kombinations-
studiengänge**

Genau dies kann aber keiner der hier angesprochenen Qualifikationsrahmen adäquat darstellen! Dies hat zur Folge, dass ein (hypothetischer) Schmalspurstudiengang mit sechs Semestern Regelstudienzeit, der zu einem akkreditierten Bachelorabschluss führt, die gleiche Qualifikationsstufe vermittelt wie ein (hypothetischer) breit angelegter,

**Unvollkommenheit der
Qualifikationsrahmen**

hoch anspruchsvoller, akkreditierter Bachelorstudiengang im gleichen Fach mit einer Regelstudienzeit von acht Semestern. Eine weitere Unvollkommenheit der Qualifikationsrahmen ist die Tatsache, dass weder die Art der Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen noch ihre Schwerpunkte in irgendeiner Weise angesprochen werden kann.

Weiterbildende Master-grade auf EQR-Masterniveau

Die angesprochenen Unzulänglichkeiten machen es auch unmöglich, mit Mitteln dieser Qualifikationsrahmen eine faire Einschätzung weiterbildender Masterstudiengänge abzugeben, welche auf einen Bachelorabschluss in einem anderen Fach folgen. So muss es klar sein, dass ein Ingenieur-Bachelor mit zusätzlichem MBA-Abschluss⁹ nicht die gleichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Qualifikationen haben kann wie ein durch konsekutives Studium erworbener Master der Betriebswirtschaft, oder wie ein durch konsekutives Studium erworbener Master der Ingenieurwissenschaften. Das verspricht im Übrigen der EQR auch nicht. In all den eben beschriebenen Fällen hätten aber die Absolventen nach gängiger Praxis die Qualifikationsstufe 7 erreicht. Absolventen dieser drei Richtungen würden normalerweise für völlig unterschiedliche Aufgabenstellungen eingesetzt, doch könnte der Ingenieur mit MBA weder die gleichen anspruchsvollen Ingenieuraufgaben wahrnehmen wie der Ingenieur mit konsekutivem Abschluss, noch könnte er die spezialisierten Probleme des Betriebswirts mit konsekutivem Abschluss lösen. Bei gut gestalteten Ingenieurbachelor- und MBA-Studiengängen könnte er aber sehr wohl besondere Funktionen wahrnehmen. Der Ingenieur mit zusätzlichem MBA-Grad ist also weder ein besonderer Ingenieur auf Stufe 7, noch ein spezialisierter Betriebswirt auf dieser Stufe. Für die aussagekräftige Beschreibung multidisziplinärer Qualifikationen reicht daher keiner der angesprochenen Qualifikationsrahmen aus.

Qualifikationsprofile

Der EQR lässt sich jedoch genau wie der DQR-HS durch Einführung zweier zusätzlicher Dimensionen leicht so ergänzen, dass eine adäquate Beschreibung multidisziplinärer Bildung oder Ausbildung ermöglicht wird. Eine dieser Dimensionen beschreibt die Wissenskategorien, die zweite die Breite der Ausbildung. Diese Ergänzung wurde erstmalig von einer Arbeitsgruppe von 4ING vorgeschlagen [35].

⁹ Master of Business Administration, bereitet im Wesentlichen auf Managementaufgaben vor

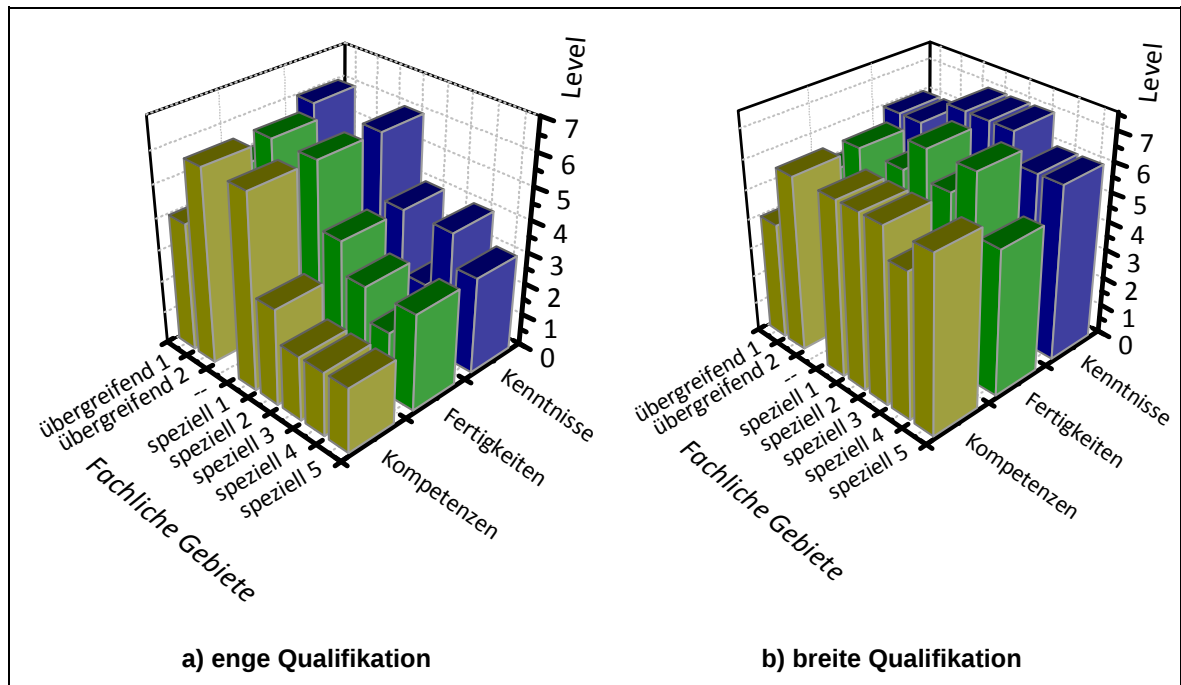


Abb. E 10.3-4 Zwei Qualifikationsprofile auf Stufe 6

Abb. E 10.4-4 zeigt zwei Qualifikationsprofile, die zwei Abschlüsse auf EQR-Niveau 6 zeigen. In der linken Abbildung sind offenbar in einem speziellen Fach Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen auf Stufe 6 nachgewiesen. In weiteren vier speziellen Fächern liegen diese Wissenskategorien deutlich unter diesem Niveau. In einem übergreifenden Gebiet sind die Kenntnisse auf Niveau 6, die Fertigkeiten und Kompetenzen liegen niedriger. In einem anderen Gebiet liegen die Fertigkeiten und Kompetenzen auf Niveau 6, die Kenntnisse liegen niedriger. Im Vergleich dazu zeigt die rechte Abbildung ein breit aufgestelltes Profil auf Stufe 6. Die genauen Level können durch Qualifikationsmatrizen angegeben werden, wie sie in den folgenden Tabellen dargestellt sind.

	Kenntnisse	Fertigkeiten	Kompetenzen		Kenntnisse	Fertigkeiten	Kompetenzen
Ü1	6	5	4	Ü1	6	5	4
Ü2	2	6	6	Ü2	6	6	6
S1	6	6	6	S1	7	6	6
S2	4	4	3	S2	7	7	6
S3	2	3	2	S3	7	6	6
S4	4	2	2	S4	6	7	5
S5	3	3	2	S5	6	5	6
a) enge Qualifikation				b) breite Qualifikation			

Tab. E 10.3-2 Zwei einfache Qualifikationsprofile

Erhöhte Aussagekraft

Es ist unmittelbar einsichtig, dass die beiden Matrizen (bzw. die Profile) wesentlich aussagekräftigere Information liefern als die simple Einstufung auf ein Niveau. Dabei stellt sich sofort die Frage, nach welcher Regel das EQR-Gesamtniveau der jeweiligen Matrix zu finden ist. Diese Frage ist noch nicht hinreichend geklärt. Geht man jedoch davon aus, dass zunächst das Gesamtniveau einer der Kategorien Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen als erreichter Maximalwert der Kategorie bestimmt wird, und dass das Gesamtniveau der Qualifikation als Minimalwert der drei Gesamtniveaus der Kategorien zu finden ist, dann haben beide Qualifikationen aus Tab. E 10.4-2 a oder b die gleiche Stufe, nämlich 6. Durch die Profile wird jedoch unmittelbar klar, dass beide Qualifikationen unterschiedliche Qualität haben. Eine solche Einschätzung kann weder durch den EQR noch durch den DQR-HS oder den DQR-LL vorgenommen werden. Qualifikationsprofile sind damit ein hervorragendes Mittel, eine gezielte Qualitätsoptimierung in Richtung spezieller Ausbildungsprogramme zu ermöglichen. Qualifikationsprofile müssen nicht unbedingt auf drei Wissenskategorien beschränkt sein, schon gar nicht sind sie auf eine exakte Zahl von fachlichen oder fachübergreifenden Gebieten begrenzt. Man kann sich beispielsweise feiner unterteilte Profile mit den fünf Wissenskategorien des in Abschnitt 4 beschriebenen Lernmodells denken, oder eine detailliertere Unterteilung der Wissensgebiete, die dann auch Information über nicht-formal¹⁰ oder informell¹¹ erworbenes Wissen verfügen können.

¹⁰ Intentionales Erfahrungslernen, das nicht abgeprüft wird.

¹¹ Nicht-intentionales, nicht organisiertes Erfahrungslernen, das nicht abgeprüft wird.

7. Qualifikationswege

Mit Einführung des europäischen Qualifikationsrahmens wird gefordert, dass das Erreichen einer bestimmten Qualifikationsstufe die notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung für die Aufnahme einer Weiterbildung ist, welche mit dem Erwerb der nächst höheren Qualifikationsstufe verbunden ist. Dabei wird es unerheblich sein, auf welchem Weg die Ausgangsqualifikationsstufe erworben wurde. Wegen der übersimplifizierenden Reduktion der Qualifikationseigenschaften auf eine einzige Zahl, nämlich die Qualifikationsstufe, werden dabei oftmals erhebliche Probleme übersehen. Um dies zu demonstrieren, werden Aspekte der Qualifikationsprofile eines Radio- und Fernsehtechnikmeisters mit mehrjähriger Berufserfahrung und eines Bachelors der Elektrotechnik miteinander verglichen.

Weiterbildung

Der Meister wird auf dem sehr speziellen (aber damit engen) Gebiet der Radio- und Fernsehtechnik sehr gute Kenntnisse und Fertigkeiten und das notwendige Regelwissen dieses Fachs haben. Er wird all das notwendige Wissen haben, um einen Betrieb zu führen, einschließlich der notwendigen betriebswirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte. Er wird Wissen, Fertigkeiten und auf Grund seiner Erfahrung auch non-formal erworbene Kompetenzen in Menschenführung haben. Seine physikalischen und insbesondere seine mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten werden im Vergleich dazu auf nicht ganz so hohem Niveau liegen. Insbesondere auf dem Gebiet der höheren Mathematik und der Physik wird er dagegen eher mittlere Level erreichen. Ein Bachelor im Fach Elektrotechnik wird gerade in Mathematik und Physik das wesentlich bessere Wissen haben. Auf dem Spezialgebiet des Meisters wird er hingegen deutlich unterlegen sein. Im Vergleich dazu wird er allerdings ein deutlich breiteres Wissen in verschiedenen Spezialfächern der Elektrotechnik besitzen. Auf dem Gebiet der Menschenführung wird ein frisch graduierter Bachelor dagegen nur geringe Erfahrung besitzen. Bei Anwendung des EQR kann es sein, dass beide, der Meister und der Bachelor, in Stufe 6 eingestuft werden, wobei der Meister im Wesentlichen von seinem nicht-formalen Wissen profitiert.

Bachelor und Master

Sollte sich aber nun der Meister dazu entscheiden, einen Master-Studiengang in Elektrotechnik aufzunehmen, wird er mit erheblichen Problemen zu kämpfen haben, weil er trotz Stufe 6 in einem elektrotechnischen Beruf keine hinreichenden Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einer Reihe von dazu vorausgesetzten fachlichen Gebieten besitzt. Qualifikationsprofile decken diesen Zusammenhang sofort auf: Durch die Dimension der Wissensgebiete wird im Zusammenhang mit den darin erworbenen Fertigkeiten und Kompetenzen klar, dass die Teilqualifikationen *nicht hinreichend deckungsgleich* sind. Das Instrument der Qualifikationsprofile kann daher dazu genutzt werden, Kenntnis-, Fertigungs- und Kompetenzlücken zu identifizieren, welche einer Durchlässigkeit der Bildungssysteme im Wege

Durchlässigkeit der Bildungssysteme

stehen. Das voran gegangene Beispiel zeigt, dass die EQR-Vorstellung eines geraden Bildungsweges von einer Qualifikationsstufe auf die nächst höhere die Realität nur eingeschränkt wieder geben kann.

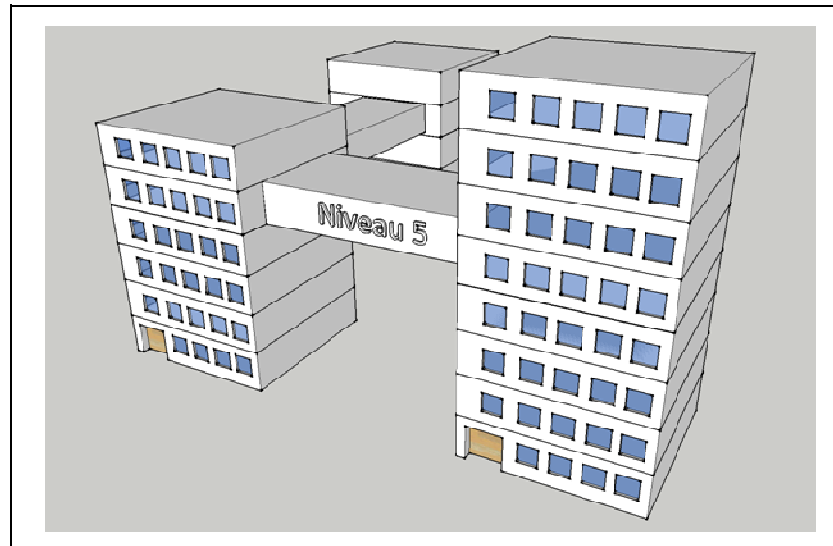


Abb. E 10.3-5 Gebäudemodell der Qualifikationen

Das Gebäudemodell

Unterschiedliche Bildungswege erfordern unter Umständen das Auffüllen von Wissenslücken auf niedrigerem Niveau. Dem wird durch das Modell nach E 10.4-5 Rechnung getragen. Dieses Modell stellt bildlich unterschiedliche Bildungswege dar. Der linke Gebäudeteil symbolisiert beispielsweise den Bildungsweg des Meisters. Durch formal, nicht-formal und informell erworbenes Wissen hat er nach beruflicher Bildung und mehrjähriger Berufstätigkeit Niveau 6 erreicht. Bildhaft kann dies dadurch dargestellt werden, dass er sich eine Zweigstelle in einem Büro im 6. Stockwerk des Gebäudes eingerichtet hat. Der Bachelor hat einen anderen Bildungsweg genommen, der anschaulich durch den rechten Gebäudeteil dargestellt wird. Durch den Bachelorabschluss hat er ebenfalls, allerdings auf direktem Weg, Niveau 6 erreicht und dort – um im Bild zu bleiben – ebenfalls einen Geschäftsraum eingerichtet.

Gleichwertig vs. gleichartig

Beide, Bachelor und Meister, haben damit eine gleichwertige Qualifikation im Sinne des EQR. Um jedoch eine gleichartige Qualifikation zu erhalten, müssten sie im Treppenhaus ein Stockwerk absteigen (ohne dass dabei die Geschäftsräume aufgegeben werden müssen), und im jeweiligen anderen Treppenhaus wieder aufsteigen. Dem entspricht der Erwerb von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen in den jeweils fehlenden Wissensgebieten. Der Meister muss in Realität diesen oder einen ähnlichen Weg beschreiten, wenn er ein Masterstudium erfolgreich aufnehmen will. Dies wurde bislang oft als formaler

Aufbau von Hürden angesehen, welcher die Durchlässigkeit der Bildungssysteme verhindere. Das Werkzeug der Qualifikationsprofile zeigt aber klar auf, dass hier kein formales, sondern ein real existierendes Hindernis besteht, das einzig und allein durch Wissenserwerb beseitigt werden kann.

8. Lernziele für Ingenieure und Informatiker

Ein sektoraler Qualifikationsrahmen für Ingenieure und Informatiker [8] mit den Niveaus Bachelor und Master wurde bereits 2008 veröffentlicht. Ausführliche Gedanken zu den Fertigkeiten und Kompetenzen eines promovierten Ingenieurs oder Informatikers wurden in mehreren 4ING-Veröffentlichungen publiziert, beispielsweise in [36], [37]. Diese Publikationen orientieren sich aber aus Kompatibilitätsgründen noch an den EQR-Definitionen, da bis zu diesem Zeitpunkt die Hoffnung auf einen kompatiblen allgemeinen Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen bestand. Nachdem aber selbst die Hochschulrektorenkonferenz dem Projekt in der derzeitigen Form skeptisch gegenüber steht, erscheint es realistischer, einen konsequent auf den 4ING-Definitionen aufbauenden sektoralen Qualifikationsrahmen vorzustellen, der zudem Nutzen aus den oben definierten Qualifikationsprofilen zieht. Er unterscheidet sich in seiner Klassifizierung und seinen Formulierungen vom 4ING-Qualifikationsrahmen, fordert aber im Grunde die gleichen Lernergebnisse, um mit dem DQR-HS kompatibel zu bleiben.

**Ein sektoraler
Qualifikationsrahmen für
Ingenieurwissenschaften
und Informatik**

Deskriptoren auf Bachelorniveau

Absolventen auf Bachelorniveau

Kenntnisse

- verfügen über abrufbares Wissen zu den wissenschaftlichen Grundlagen und Regeln auf den Teilgebieten der Mathematik, der Naturwissenschaften und der jeweiligen *ingeschränkten* Teildisziplinen der Ingenieurwissenschaften oder der Informatik, welche Grundlage für die Entwicklung von Fertigkeiten und Kompetenzen sind, die zur Erklärung von in diesen Gebieten auftretenden grundlegenden Phänomenen und Problemen dienen, und die zum Verständnis der grundlegenden Prinzipien der Modellbildung sowie für die praktische Anwendung von Problemlösungen benötigt werden,
- sie haben abrufbares Wissen über Lern- und Arbeitstechniken.
- sie haben Kenntnisse der ethischen Grundsätze ihrer Tätigkeit als Ingenieur oder Informatiker.

Fertigkeiten

Die Absolventen sind in der Lage,

- fachliche Probleme grundlagenorientiert zu identifizieren,
- Komponenten, Prozesse und Methoden ihrer Disziplin systematisch einzuordnen,
- passende Analyse-, Modellierungs-, Simulations- und Optimierungsmethoden auszuwählen und routinemäßig anzuwenden,
- für einfache Probleme Anforderungen an praktische Lösungen routinemäßig zu spezifizieren,
- in Standardsituationen Entwurfsmethoden grundlegend anzuwenden,
- einfache Literaturrecherchen systematisch durchzuführen und Fachinformationsquellen für ihre Arbeit zur Verfügung zu stellen,
- Experimente oder Systemimplementierungen vorzubereiten,
- routinemäßig Methoden der Arbeitsplanung anzuwenden,
- über fachliche Themen in deutscher und englischer Sprache zu kommunizieren,
- sowohl einzeln als auch als Mitglied internationaler Gruppen zu arbeiten.

Kompetenzen

Die Absolventen haben

- die Kompetenz, Theorie und Praxis zu kombinieren, um einfache ingenieurwissenschaftliche und informatische Fragestellungen methodisch-grundlagenorientiert zu analysieren, zu bewerten und zu lösen,
- ein Verständnis für anwendbare Techniken und Methoden und ihre Grenzen,
- die Kompetenz, ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, wirtschaftlicher, rechtlicher, sozialer und ökologischer Erfordernisse verantwortungsbewusst anzuwenden und eigenverantwortlich zu vertiefen,
- die Kompetenz, Experimente, einfache Systemimplementierungen und einfache Projekte zu planen, zu organisieren und durchzuführen und die Ergebnisse zu evaluieren,
- die Kompetenz, mit Fachleuten anderer Disziplinen zusammen zu arbeiten,

- die Kompetenz, die Ergebnisse ihrer Arbeit schriftlich und mündlich verständlich darzustellen,
- die Kompetenz, praktische Problemlösungen nach spezifizierten Anforderungen zu erarbeiten und zu realisieren,
- ein Bewusstsein für die nicht-technischen Auswirkungen der Tätigkeit als Ingenieur oder Informatiker,
- fachübergreifende Kompetenzen wie etwa Methoden des Zeitmanagement, Lern- und Arbeitstechniken, Kooperations- und Kommunikationsformen, und Teamfunktionen auf die Gegebenheiten des Alltags anzupassen ,
- die Kompetenz, über Inhalte und in deutscher und englischer Sprache zu kommunizieren,
- durch die Grundlagenorientierung der Ausbildung eine gute Vorbereitung auf lebenslanges Lernen und auf den Einsatz in unterschiedlichen Berufsfeldern,
- ein Bewusstsein für die Auswirkungen ihrer Tätigkeit als Ingenieure oder Informatiker auf die Gesellschaft.

Je nach Studiengang können dabei die Schwerpunkte mehr auf besonderen Fertigkeiten einer speziellen fachlichen Ausrichtung, auf bewussten Regelanwendungen auf praktische Probleme oder auf dem Auffinden von Regeln und der wissenschaftlichen Durchdringung liegen. Insofern unterscheiden sich Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen von Absolventen mit Bachelorschluss je nachdem, ob ein kooperativer Studiengang in Zusammenarbeit mit einer bestimmten Firma, ein eher anwendungsorientierter Studiengang oder ein eher forschungsorientierter Studiengang absolviert wurde. Rein rechtlich gesehen sind die Abschlüsse gleichwertig und berufsqualifizierend, sie sind aber nicht gleichartig was Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen betrifft.

Deskriptoren auf Masterniveau

- Masterabsolventen haben über ihre Kenntnisse aus Niveau sechs hinaus vertiefte und umfangreiche ingenieurwissenschaftliche, mathematische, informatische und naturwissenschaftliche Kenntnisse in wenigstens einer Teildisziplin aus Ingenieurwissenschaften oder Informatik erworben, welche Grundlage für die Entwicklung von Fertigkeiten und Kompetenzen sind, die zur Erklärung von in diesen Gebieten auftretenden komplexeren Phänomenen und Problemen dienen, und die zum Verständnis von fortgeschrittenen Prinzipien der Modellbildung sowie für die theoretische oder praktische Anwendung von Lösungen komplexerer Probleme benötigt werden.

Kenntnisse

- Sie besitzen Kenntnisse über mögliche rechtliche, wirtschaftliche oder soziale Konsequenzen ihres Handelns.

Fertigkeiten

Die Absolventen sind über ihre Qualifikation aus Niveau sechs hinaus in der Lage,

- Probleme routinemäßig praktisch oder wissenschaftlich einzuordnen auch wenn sie unüblich oder unvollständig definiert sind und konkurrierende Spezifikationen aufweisen,
- Wissen aus verschiedenen Bereichen methodisch zu klassifizieren und systematisch zu kombinieren sowie mit Komplexität umzugehen,
- komplexere Analyse-, Modellierungs-, Simulations- und Optimierungsmethoden auch für komplexere Problemsituationen auszuwählen und routinemäßig anzuwenden,
- für komplexere Probleme Anforderungen an praktische oder theoretische Lösungen routinemäßig zu spezifizieren,
- in Standardsituationen komplexere Entwurfsmethoden anzuwenden,
- Fortgeschrittene Suchalgorithmen in Literaturdatenbanken für die Literaturrecherche einzusetzen,
- Informationsbedarf zu erkennen, Informationen zu finden und zu beschaffen,
- Routinemäßig komplexe Ablaufpläne für Experimente, Systemimplementierungen und Projekte vorzubereiten,
- Standardmethoden des Projektmanagements anzuwenden.

Kompetenzen

Die Absolventen haben die Kompetenz,

- komplexe Problemstellungen aus einem neuen oder in der Entwicklung begriffenen Bereich zu abstrahieren und zu formulieren,
- Probleme einer wissenschaftlichen oder praktischen Lösung zuzuführen, auch wenn sie unüblich oder unvollständig definiert sind und konkurrierende Spezifikationen aufweisen,
- innovative Methoden bei der grundlagenorientierten Problemlösung anzuwenden und neue praktische oder wissenschaftliche Methoden zu entwickeln,

- Konzepte und Lösungen zu komplexen, zum Teil auch unüblichen Fragestellungen – ggf. unter Einbeziehung anderer Disziplinen – zu entwickeln,
- neue Werke, Produkte, Prozesse und Methoden zu kreieren und zu entwickeln,
- theoretische und/oder experimentelle Untersuchungen zu planen und durchzuführen,
- Daten und Methoden kritisch zu bewerten, daraus Schlüsse zu ziehen und sie bei Bedarf weiter zu entwickeln
- neue und aufkommende Technologien anzuwenden oder zu untersuchen und kritisch zu bewerten,
- sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Aufgaben einzuarbeiten,
- auch nicht-technische Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit systematisch zu reflektieren und in ihr Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen.

Je nach Studiengang können dabei die Schwerpunkte mehr auf bewussten Regelanwendungen auf praktische Probleme oder dem Auffinden von Regeln und der wissenschaftlichen Durchdringung liegen. Insofern unterscheiden sich Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen von Absolventen mit Masterabschluss je nachdem, ob ein stärker anwendungsorientierter Studiengang oder ein stärker forschungsorientierter Studiengang absolviert wurde.

Deskriptoren auf Dokterniveau

- Promovierte Ingenieure oder Informatiker haben über die Kenntnisse des Niveaus 7 hinaus ein noch tieferes und breiteres Wissen bezüglich Fakten, insbesondere aber über Zusammenhänge und Regeln nicht nur ihres speziellen Fachs, sondern darüber hinaus über die dieses Fach berührenden Thematiken,
- sie verfügen über eine umfassende Kenntnis der Literatur auf ihrem Gebiet und den Nachbargebieten,
- sie besitzen exzellente Kenntnisse über mögliche rechtliche, wirtschaftliche oder soziale Konsequenzen ihres Handelns.

Kenntnisse

Fertigkeiten

- Promovierte haben die Fertigkeiten des Niveaus 7 weiter vervollkommen und routinisiert,
- sie beherrschen in ihrem Wissensbereich routinemäßig die Beschreibung, Entwicklung, Modellierung und Simulation von Prozessen, Systemen und deren Implementierung,
- sie wenden routinemäßig fortgeschrittene Lern- und Arbeitstechniken an,
- sie beherrschen routiniert die Führung von Teams.

Kompetenzen

Promovierte sind in der Lage, eigenverantwortlich und eigenständig

- auf der Basis ihrer wissenschaftlichen Expertise neue Wissensquellen zu erschließen,
- das so gewonnene Wissen mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden weiter zu entwickeln
- dabei hochkomplexe technische Probleme zu analysieren und auszuwerten und einer kreativen Lösung zuzuführen,
- Erkenntnisse ihres Fachs
 - mit Fachkollegen zu diskutieren,
 - vor akademischem, internationalem Publikum vorzutragen und Laien zu vermitteln,
- Weniger-Qualifizierte fachlich zu unterweisen und anzuleiten,
- den Kontakt zur internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft zu pflegen,
- interdisziplinär und international zusammengesetzte Teams zu führen,
- Ressourcen zu planen und zu verwalten,
- Projekte zu akquirieren, zu planen, abzuwickeln sowie das notwendige Finanzvolumen zu planen, einzuwerben und nachzuhalten.

Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen sind bei Anwendung der 4ING-Definitionen überprüfbar. Am einfachsten verhält es sich mit den Kenntnissen, die durch simple Abfrage getestet werden können. Für die Überprüfung von Fertigkeiten müssen Aufgaben gestellt werden, welche ein routinemäßiges Vorgehen zur Lösung ermöglichen. Auch dies bereitet keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Am anspruchsvollsten ist die Kontrolle von Kompetenzen, welche Aufgabenstellungen erfordert, die nur unter Zuhilfenahme geplanter, bewusst kontrollierter Aktivitäten gelöst werden können. Hier bieten sich Referate, Hausarbeiten, Teamarbeiten und Projektdurchführungen für die Überprüfung an. Jedes einzelne oben gegebene Lernziel lässt sich tatsächlich so überprüfen. Es fällt aber sofort auf, dass die Formulierungen für einen konkreten Test noch zu weit sind. In der Tat stecken die hier aufgelisteten Lernziele auch nur einen übergeordneten Rahmen ab, der in einem konkreten Studiengang mit Leben erfüllt werden muss. Bei Durchführung dieser Konkretisierung wird so eine erste Voraussetzung zur Einführung eines Qualitätssicherungssystems erfüllt.

**Messbarkeit
der Lernziele**

9. Zusammenfassung und Ausblick

Eine auf den Vereinbarungen des Europäischen Qualifikationsrahmens EQR beruhende Selbstverpflichtung der Bundesrepublik Deutschland veranlasst die Einführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen in unseren Bildungssystemen. Hilfsmittel dazu sind die Rahmenvorgaben des EQR, die aber noch zu wenig klar definiert sind, um direkt zum Erfolg zu führen. Es wurde gezeigt, wie durch schärfere Definitionen und durch zum EQR kompatible Ergänzungen Qualifikationsprofile als Hilfsmittel zur Analyse und Bewertung von Bildungsabschlüssen geschaffen werden können. Qualifikationsprofile sind in der Lage, wesentliche Probleme in Teilen der Bildungssysteme und besonders mit Hinblick auf die Durchlässigkeit dieser Systeme aufzuzeigen und damit einer Lösung näher zu bringen. Qualifikationsprofile sind aber noch keine Hilfsmittel, die über die Disziplinen hinweg bekannt sind. Es wird daher vorgeschlagen, diese Hilfsmittel der interessierten Fachöffentlichkeit vorzulegen und sie disziplinübergreifend zu diskutieren.

Literatur

- [1] European Commission: Directorate General for Education and Culture, and Europäische Kommission, *ECTS users' guide*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- [2] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *Empfehlung zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen*, 2008.
- [3] Europäischer Rat, "Übereinkommen über die Anerkennung von Qualifikationen im Hochschulbereich in der europäischen Region", [2009 Aug 03], Verfügbar unter <http://conventions.coe.int/Treaty/ger/Treaties/Html/165.htm>.
- [4] Bundestag der Bundesrepublik Deutschland, "Gesetz zu dem Übereinkommen vom 11. April 1997 über die Anerkennung von Qualifikationen im Hochschulbereich in der europäischen Region", Verfügbar unter <http://www.unesco.de/fileadmin/medien/Dokumente/Bibliothek/Lissabonkonvention.pdf>.
- [5] Kultusministerkonferenz, "Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse", [2009 Sep 02], Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2005/2005_04_21-Qualifikationsrahmen-HS-Abschluesse.pdf.
- [6] U. Bartosch, "Fachliche Qualifikationsrahmen: beispielhafte Funktions- und Nutzungsmöglichkeiten", in *Handbuch Qualität in Studium und Lehre: Evaluation nutzen - Akkreditierung sichern - Profil schärfen*, W. Benz, Ed., Stuttgart: Raabe, 2010, pp. 10.2. - S. 1 - 44.
- [7] V. Gehmlich, "Subject Benchmark Statement für Betriebswirtschaftslehre als fachwissenschaftlicher Orientierungsrahmen: Entwicklung und Anwendung", in *Handbuch Qualität in Studium und Lehre: Evaluation nutzen - Akkreditierung sichern - Profil schärfen*, W. Benz, Ed., Stuttgart: Raabe, 2010, pp. 10.3. - S. 1 - 40.
- [8] M.H.W. Hoffmann, J. Grünberg, M.J. Hampe, H.-U. Heiß, and H. Schmitt, "Der Europäische Qualifikationsrahmen EQR und seine Auswirkungen auf Akkreditierungsprozesse im Bereich der Ingenieurwissenschaften und Informatik", *ASIIN Newsletter*, no. 2, pp. 10–12, Verfügbar unter http://www.asiin.de/deutsch/download/ASIIN-Newsletter_02_Mai_2008.pdf.
- [9] D.C. Leonard, *Learning theories, A to Z*. Westport, Conn: Oryx Press, 2002.
- [10] Joint Quality Initiative informal group, "Towards shared descriptors for Bachelors and Masters: Workshop on standards/benchmarks for bachelor en master programmes, Dublin", Verfügbar unter <http://www.jointquality.nl/content/ierland/Shared%20descriptors%20Ba%20Ma.doc>.
- [11] Joint Quality Initiative, "Shared 'Dublin' descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards", Verfügbar unter http://www.jointquality.nl/content/ierland/Complete_set_Dublin_Descriptors_2004_1.31.doc.
- [12] Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen, "Diskussionsvorschlag eines Deutschen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen", Verfügbar unter <http://www.deutscherqualifikationsrahmen.de/SITEFORUM?t=/documentManager/sfdoc.file.supply&e=UTF-8&i=1215181395066&l=1&fileID=1238069671761>.

- [13] Europäische Bildungsminister, "Der Europäische Hochschulraum: Gemeinsame Erklärung der Europäischen Bildungsminister", Verfügbar unter http://www.bmbf.de/pub/bologna_deu.pdf.
- [14] H.J. Schmelzer, and W. Sesselmann, *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen - Produktivität steigern - Wert erhöhen ; [das Standardwerk]*. München: Hanser, 2008.
- [15] D.A. Kolb, *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall, 1984.
- [16] R.M. Gagné, *The conditions of learning*. New York [u.a.]: Holt, Rinehart and Winston, 1965.
- [17] R.M. Gagné, and M.P. Driscoll, *Essentials of learning for instruction*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, 1988.
- [18] M.H.W. Hoffmann, "An engineering model of learning: Proceedings 35th Annual Conference", in *Frontiers in Education, FIE '05*, 2005, pp. T2C-1-6.
- [19] B.S. Bloom, M.D. Engelhart, E.J. Furst, W.H. Hill, and D.R. Krathwohl, Eds., *Taxonomy of educational objectives - the classification of educational goals - handbook 1: cognitive domain*. B.S. Bloom, Ed. New York: Longmans, Green, 1956.
- [20] L.W. Anderson, D.R. Krathwohl, and B.S. Bloom, *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman, 2001.
- [21] L.R. Squire, "Memory systems of the brain: A brief history and current perspective", *Neurobiology of Learning and Memory*, vol. 82, pp. 171–177.
- [22] D.L. Schacter, "Implicit memory: history and current status", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 13, no. 3, pp. 501–518.
- [23] A. Baddeley, and G. Hitch, "Working Memory", in *Recent advances in learning and motivation*, G.A. Bower, Ed., New York: Academic Press, 1974.
- [24] Adrian M. Owen, "The Functional Organization of Working Memory Processes Within Human Lateral Frontal Cortex: The Contribution of Functional Neuroimaging", *European Journal of Neuroscience*, vol. 9, no. 7, pp. 1329–1339, Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.1997.tb01487.x>.
- [25] M. Lepage, O. Ghaffar, L. Nyberg, and E. Tulving, "Prefrontal cortex and episodic memory retrieval mode", *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 97, no. 1, pp. 506–511, Verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=10618448&dopt=Abstract&tool=Bibliographix.
- [26] E.B. Goldstein, *Sensation and perception*. Australia, [Pacific Grove, CA: Wadsworth-Thomson Learning, 2002.
- [27] L. Postman, and L.W. Phillips, "Short-term temporal changes in free recall", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 17, pp. 132–138.
- [28] D. Melcher, "Accumulation and persistence of memory for natural scenes", *J Vis*, vol. 6, no. 1, pp. 8–17.
- [29] A. Hupbach, R. Gomez, O. Hardt, and L. Nadel, "Reconsolidation of episodic memories: a subtle reminder triggers integration of new information", *Learn Mem*, vol. 14, no. 1-2, pp. 47–53.

- [30] C. Forcato, V.L. Burgos, P.F. Argibay, V.A. Molina, M.E. Pedreira, and H. Maldonado, "Reconsolidation of declarative memory in humans", *Learn Mem*, vol. 14, no. 4, pp. 295–303.
- [31] L. Nadel, J. Campbell, and L. Ryan, "Autobiographical memory retrieval and hippocampal activation as a function of repetition and the passage of time", *Neural Plast*, vol. 2007, p. 90472.
- [32] O. Furman, N. Dorfman, U. Hasson, L. Davachi, and Y. Dudai, "They saw a movie: long-term memory for an extended audiovisual narrative", *Learn Mem*, vol. 14, no. 6, pp. 457–467.
- [33] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, *Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen*, 2006.
- [34] Fabian G., and Briedis K., "Aufgestiegen und erfolgreich: Ergebnisse der dritten HIS-Absolventenbefragung des Jahrgangs 1997 zehn Jahre nach dem Examen", HIS Projektbericht, [2010 May 09], Verfügbar unter http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-200902.pdf.
- [35] M.H.W. Hoffmann, H.-J. Bargstädt, M. Hampe, H.-U. Heiß, G. Müller, und H. Schmitt, "Knowledge, Skills, and Competences: Descriptors for Engineering Education", in *Proc. of EDUCON 2010*, IEEE, Ed., Madrid, 2010, pp. T1A1-7.
- [36] M.H.W. Hoffmann, J. Grünberg, M. Hampe, H.-U. Heiß, G. Müller, und H. Schmitt, "A Sectoral Qualifications Framework for Engineers and Computer Scientists", in *EAEEIE'09 Conference Proceedings*, J.V. Benlloch-Dualde, Ed., Valencia, 2009.
- [37] M.H.W. Hoffmann und M. Nagl, "Skills and Competences of a Doctor of Engineering", in *Proc. Int. Conf. on Engineering and Meta-Engineering (icEME 2010)*, N.C. Callaos, Ed., 2010.
- [38] Bologna Working Group on Qualifications Frameworks, A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area. Copenhagen: Ministry of Science, Technology and Innovation, Bredgade 43, DK-1260 Kopenhagen K, Dänemark, 2005. Verfügbar unter: http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050218_QF_EHEA.pdf
- [39] J. Kohler, "European Qualifications Framework: Der Europäische Qualifikationsrahmen und seine Bedeutung für die einzelstaatlichen Studiensysteme", in *Handbuch Qualität in Studium und Lehre: Evaluation nutzen - Akkreditierung sichern - Profil schärfen*, W. Benz, Ed., Stuttgart: Raabe, 2010, pp. D 1.4. - S. 1 - 26.

Informationen zum Autor:

Prof. Hoffmann ist Leiter der AG Qualifikationsrahmen von 4ING, der Dachorganisation der Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten.

E-Mail: Michael.Hoffmann@uni-ulm.de